ماقوائیات

سلسلۂ نصابِ علم جامعۂ عثمانیہ

رسالہ متعلق انجینیرنگ کالج مدراس

BT 01
Ro

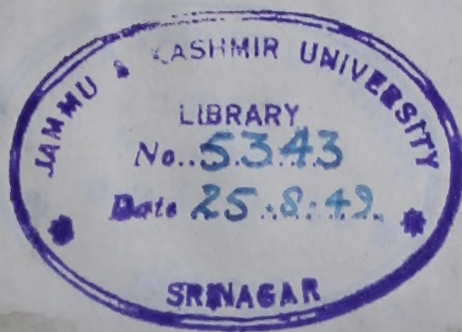
مصنفہ
کرنل۔ اچ۔ ڈی۔ لو
سابق پرنسپل انجینیرنگ کالج مدراس اور اعزازی رکن مدراس یونیورسٹی

مترجمہ
مولوی محمد نعمت اللہ صاحب بی۔ ایس سی (آنرز)

بعد نظر ثانی از
مولوی محمد رضاء اللہ صاحب، بی۔ اے + سی۔ ای

۱۳۶۳ھ م ۱۳۵۳ف م ۱۹۴۴ء
طبع ثانی

620.1
P92L

JAMMU & KASHMIR UNIVERSITY
LIBRARY
No. 5343
Date 25.8.49.
SRINAGAR

ST/82

یہ کتاب حکومت مدراس کی اجازت سے
اُردو میں ترجمہ کر کے طبع وشایع
کی گئی ہے

فہرستِ مضامین

ماقوائیات

باب چہارم

سوراخوں اور کٹھنوں سے اخراج کی عملی صورتیں

باب پنجم

متغیر ارتفاع کے تحت اخراج

باب ششم

نلوں میں پانی کا بہاؤ

باب ہفتم

نالوں میں پانی کا بہاؤ

استعمال شدہ اکائیاں اور علامات

اکائیاں۔ اس کتاب میں ہر جگہ پونڈ، فٹ اور سکنڈ کو علی الترتیب وزن، طول اور وقت کی اکائیاں مانا گیا ہے۔ جہاں اس کے خلاف عمل ہوا ہے وہاں بوضاحت تشریح کر دی گئی ہے۔

علامات۔ استعمال شدہ ضروری علامات کی فہرست ذیل میں درج کی گئی ہے۔ ان ضوابط میں جو زیادہ اہم ہیں ان کو جلی حروف میں لکھا گیا ہے جیسا کہ ذیل میں درج ہے:-

ق = کسی آڑی تراش کا رقبہ مربع فٹوں میں۔

سیا = اخراج کی قدر۔

ع یا قَ = پانی کا عمق فٹوں میں، یا نل کا قطر فٹوں میں، یا بارش انچوں میں۔

ج = جاذبہ کا اسراع، جو فی ثانیہ ۳۲ فٹ لیا گیا ہے۔

اَ = اعظم ارتفاعِ آب فٹوں میں۔

ا = ارتفاعِ آب فٹوں میں۔

ر = ارتفاع فٹوں میں جو رفتارِ تقارب پیدا کرنے کے لئے درکار ہو۔

ل، لَ = کسی تختہ، چادر، نل، وغیرہ کا طول فٹوں میں۔

م = فراہمی مجرے کا رقبہ مربع میلوں میں۔

مہ = سیالی رگڑ کی قدر۔

ت = ڈھالوں کے قاعدے اور ارتفاع کا تناسب

د = کسی نقطہ پر دباؤ پونڈ میں فی مربع فٹ

دہ = کرۂ ہوائی کا دباؤ پونڈ میں فی مربع فٹ

خ = اخراج کا حجم مکعب فٹوں میں فی ثانیہ

ن = ماقوائی اوسط گہرائی فٹوں میں۔

س = سطح آب کا رقبہ مربع فٹوں میں۔

ڈ = ڈھال کی جیب۔

وَ = وقت ثانیوں میں

ر = رفتار فٹوں میں فی ثانیہ

و = کسی مکعب فٹ پانی کا وزن پونڈوں میں = ۶۲ ½ پونڈ۔

ک = ابھار فٹوں میں

ظ = سطحِ آب کی بلندی فٹوں میں معطی کے اوپر۔

بسم اللہ الرحمٰن الرحیم

ماقوائیات

باب اول

ماسکونیات یا علمِ سکونِ سیالات

فہرستِ مضامین

۱۔ **ماقوائیات** ماميكانيات کی وہ شاخ ہے جس میں عملی طور پر اُن سیالوں کے بہاؤ سے بحث ہوتی ہے جو منفذوں سے نکلتے ہوں یا نلوں اور نالوں سے بہتے ہوں۔

پلیٹ ۱

ماسیکانیات کی او رشاخوں یعنی ماسکونیات اور ماحرکیات میں سے پہلی میں ساکن سیالوں کے تعادل اور دوسری میں ان کی حرکت کا نظریہ ریاضیاتی بیان ہوتا ہے۔ سیال یا تو مائع ہوتے ہیں یا گیسیں۔ اور ان اقسام میں سب سے بڑا فرق یہ ہے کہ سیال تو عملی طور پر بالکل بیچک ناپذیر ہوتے ہیں لیکن گیسیں ایک غیر متناہی حد تک بیچک پذیر ہیں۔ اس کتاب میں ہمیں گیسی سیالوں سے کوئی سروکار نہ ہوگا۔ سوائے اس کے کہ کہیں اتفاق سے ذکر آجائے۔ اور مائع میں صرف پانی کے متعلق بحث کی جائیگی۔ ماقوائیات کے بیان کو شروع کرنے سے پہلے یہ مناسب ہوگا کہ ماسکونیات کے کلیات کے متعلق کچھ ابتدائی باتیں ذہن نشین ہوجائیں۔

۲۔ ماسکونیات ـــ پانی ـــ پانی تقریباً بالکل بیچک ناپذیر مائع ہے۔ اور اس کا وزن فی مکعب فٹ تقریباً ۱۰۰۰ اونس یا $\frac{1}{2}$ ۶۲ پونڈ ہوتا ہے۔ ایک گیلن پانی کا وزن ۱۰ پونڈ ہوتا ہے۔ پانی ۳۲° فارن ہائیٹ پر جم کر برف کی شکل میں ٹھوس بن جاتا ہے۔ اور ۲۱۲° فارن ہائیٹ پر بھاپ بن کر گیس بنجاتا ہے۔ ان تپشوں کو علی الترتیب پانی کے نقطۂ انجماد و جوش[1] کے نام سے موسوم کیا جاتا ہے۔

۳۔ ماسکونی کلیے ـــ ماسکونیات کے اہم کلیے حسب ذیل ہیں:۔

کلیۂ اول۔ پانی کا دباؤ کسی مستوی سطح پر پانی کے اس استوانے کے وزن کے برابر ہوتا ہے جس کا قاعدہ سطح کا رقبہ ہو اور جس کا ارتفاع سطح کے مرکزِ جاذبہ کا عمق، سطحِ آب سے نیچے ہو۔

کلیۂ دوم۔ کسی سطح پر دباؤ کی سمتِ عمل اُس سطح پر عمود ہوتی ہے۔

[1] تپشِ جوش سطحِ سمندر پر اور معمولی کرۂ ہوائی کے دباؤ پر ۲۱۲° ہے۔ اگر ہم کسی پہاڑ پر جس کی بلندی ا فٹ ہو چڑھ جائیں تو ہوائی دباؤ گھٹ جاتا ہے اور حقیقی نقطۂ جوش معلوم کرنے کے لئے ۲۱۲° (تپشِ جوش) میں سے ت درجے کم کرنے کیلئے جو تعداد چاہیے وہ ضابطہ ا = ۵۲۰ ت + ت۲ سے حاصل ہوتی ہے۔

پلیٹ ۱

کُلیہ سوم ۔ پانی کے دباؤ کا حاصل کسی جسم پر جو پانی میں پورا یا تھوڑا ڈوبا ہوا ہو انتصابی سمت میں اوپر کی طرف کو ہوتا ہے اور اس جسم کے ہٹائے ہوئے پانی کے وزن کے مساوی ہوتا ہے ۔ اگر جسم تیرتا ہے تو ظاہر ہے کہ اس کے ہٹائے ہوئے پانی کا وزن خود جسم کے وزن کے مساوی ہوگا۔

۴۔ کسی نقطہ پر دباؤ ــــــ کسی نقطہ پر دباؤ، اکائی رقبہ پر کا دباؤ ہوتا ہے۔ اگر اکائی ۱ مربع فٹ ہے اور نقطہ کا عمق ا فٹ ہے تو اس نقطہ پر دباؤ، د۱ وہ دباؤ ہوتا ہے جو ایک مربع فٹ کے رقبہ پر جس کا عمق ا فٹ ہو عمل کرتا ہے۔ یعنی کُلیہ اول سے (د۱ = ۱ مربع فٹ × ا) مکعب فٹ × $\frac{1}{2}$ ۶۲ پونڈ۔ یا اگر ایک مکعب فٹ پانی کے وزن کو ہم و سے ظاہر کریں تو

د۱ = و ا .... (۱)

کسی مائع میں دو ایسے نقاط پر کے دباؤ جو ایک لیول پر ہوں ظاہر ہے کہ مساوی ہوں گے ۔

۵۔ کسی سطح پر دباؤ ــــــ مذکورہ بالا نتیجہ کو کُلیہ دوم کے ساتھ شامل کرنے سے ایک ایسا طریقہ حاصل ہوجاتا ہے جس سے کسی سطحِ مستوی پر کے دباؤ کو ترسیماً دکھا سکتے ہیں۔ پہلے کسی انتصابی سطح کو لو مثلاً کسی توہم کا تختہ یا پن تالا دیوار اور اس سطح کا ایک لا انتہا چھوٹا اُفقی طول خیال کرو جس کو درحقیقت ایک خط اب سے ظاہر کیا جاسکتا ہے (دیکھو شکل ۱)۔ ب ب۱ کو اب کے مساوی اور عمود بناؤ۔ تب ب ب۱ = ا = د۱/و جہاں د۱ سے مراد ب پر کا دباؤ ہے۔ اب۱ کو ملاؤ۔ اور لا عمق پر کوئی نقطہ ق لے لو۔ اور اب پر ق ق۱ عمود کھینچو۔ متشابہ مثلثوں سے ق ق۱ = لا = د۱۱/و۔ پس معلوم ہوا کہ اب کے ہر نقطہ کے دباؤ سمت و مقدار میں مثلث ا ب ب۱ کے اُفقی معیّنوں سے ظاہر کیے جاسکتے ہیں۔ اگر اب پر مجموعی دباؤ د ہو یعنی س (دلا) تو ہمیں معلوم ہے کہ د/و = مثلثی پرت ا ب ب۱ کے رقبہ کے

= $\frac{\text{اب} \times \text{بب}_1}{2}$ = $\frac{ل^2}{2}$ ∴ د = $\frac{و \times ل^2}{2}$ ۔ تمام دباؤں کے حاصل کو مثلث کے

مرکزِ جاذبہ میں سے گذرنا چاہئے۔ اور اس لیے وہ خط اب کو ایک ایسے نقطہ ج پر قطع کرتا ہے کہ اج = $\frac{2}{3}$ ل کے ہو۔

اگر سطح کا محل ق ب ہے تو مجموعی دباؤ و × (رقبہ شکل منحرف نما ق ب ب۱ ق۱)۔ اور دباؤ کا مرکز وہ نقطہ ہوگا جس پر شکل مذکور (ق ب ب۱ ق۱) کے مرکزِ جاذبہ میں سے گذرنے والا افقی خط ق ب کو قطع کرے۔

اگر سطح مائل ہے تو خط اب بھی مائل ہوتا ہے ایسی صورت میں بب۱ (= ل) اب پر عمود بناؤ (دیکھو شکل ۲)

د = و × (رقبہ اب ب۱) = و × $\frac{\text{اب} \times ل}{2}$ اور اج = $\frac{2}{3}$ اب۔

اب پھر انتصابی سطح کی طرف آؤ۔ فرض کرو کہ اس کا ایک خاص طول ل ہے (دیکھو شکل ۳)۔ مثلث اب ب۱ ایک مثلثی فانے کی شکل اختیار کر لیتا ہے جس کا طول ل ہے۔ اور

د = و × (فانہ کا حجم) = ول × (مثلث کا رقبہ) = ول × $\frac{ل^2}{2}$

حاصل دباؤ د افقی حالت میں فانے کے مرکزِ جاذبہ میں سے گذرتا ہوا عمل کرتا ہے اور دباؤ کا مرکز ج، گہرائی $\frac{2}{3}$ ل پر واقع ہے۔

مجموعی یعنی حاصل دباؤ کی قیمت کلیۂ اول سے بآسانی حاصل کی جا سکتی ہے۔ مثلاً گزشتہ مثال میں سطح کا رقبہ = ل ل اور اس کے مرکزِ جاذبہ کی گہرائی = $\frac{ل}{2}$، ∴ د = و ل ل $\frac{ل}{2}$۔ ترسیمی طریقہ کا فائدہ یہ ہے کہ وہ دباؤ کی تقسیم کے طریقے، اور دباؤ کے مرکز کے محل دونوں کو ظاہر کر دیتا ہے۔

انتصاباً غرق شدہ مثلثی، چار ضلعی اور مستدیر سطوح پر جو دباؤ کی تقسیم ہوتی ہے وہ اشکال ۴، ۵، ۶ اور ۷ میں دکھائی گئی ہے۔

پلیٹ ۱

مثال (۱)۔ ایک مستطیلی آبگیرہ کے پھاٹک کی اونچائی ۸ ۱/۲ فٹ اور چوڑائی ۴ فٹ ہے۔ مجموعی دباؤ معلوم کرو جب کہ اس کے ایک طرف رکے ہوئے پانی کا عمق تختہ کی سل پر (ا) ۶ فٹ (ب) ۸ فٹ ہو۔ اور دوسری طرف سے پانی کا کوئی دباؤ نہ ہو۔

چونکہ سطح انتصابی ہے ' د = ول ع²/۲ پس

(ا) د = ۱۲۵/۲ × ۴ × ۳۶/۲ = ۴۵۰۰ پونڈ

(ب) د = ۱۲۵/۲ × ۴ × ۶۴/۲ = ۸۰۰۰ پونڈ

مثال (۲) ایک بن نالے کے کواڑوں کی جوڑی اندر کی طرف ۱۲ فٹ اور باہر کی طرف ۳ فٹ پانی کے عمق کو روکے ہوئے ہے۔ ہر دروازے کی لمبائی ۵ فٹ ہے۔ اور ہر دروازے کا نچلا قبضہ سل کے لیول پر ہے اور اوپر والا قبضہ سل سے ۱۲ فٹ اوپر ہے۔ افقی دباؤ معلوم کرو جو ہر اوپر والے قبضہ کو برداشت کرنا پڑتا ہے۔ (دیکھو شکل ۵)۔

کواڑ کے طول کے ایک فٹ کو لو اور فرض کرو کہ اس کے اوپر والے قبضہ پر م پونڈ دباؤ پڑ رہا ہے۔ پانی کے حاصل دباؤ د₁ اور د₂ علی الترتیب کواڑوں کے اندر اور باہر کے قبضوں کے ردِ عمل کے ساتھ متوازن ہیں اور یہ دباؤ اگر کواڑوں کے وزن کو نظر انداز کر دیا جائے تو افقی سمت میں ہیں۔

د₁ = ۱۲۵/۲ × ۲(۱۲)/۲ پونڈ

د₂ = ۱۲۵/۲ × ۲(۳)/۲ پونڈ

نچلے قبضہ کے گرد معیار اثر لینے سے

م × ۱۲ = د₁ × ۱۲/۳ − د₂ × ۳/۳ = ۱۲۵/۴ (۵۷۶ − ۹) = ۱۷۷۱۸ ۳/۴

∴ م = ۱۴۷۶.۵۶ پونڈ۔

پلیٹ ۲

ہر بھانگ کا طول چونکہ ۵ فٹ ہے اس لیے اوپر والے تبعنہ پر حقیقی دباؤ
= ۶۶۰٫۶ × ۱۴ × ۵ = ۳۸۳ ۷ پونڈ

کلیہ اول سے ظاہر ہے کہ کسی برتن کے اُفقی قاعدے پر عمل کرنے والا دباؤ صرف قاعدے کے رقبہ اور پانی کے ارتفاع پر منحصر ہوتا ہے۔ پس اگر ایک اُسطوانہ اور ایک مخروط جن کے قاعدے اور ارتفاع مساوی ہوں، پانی سے بھر دیے جائیں تو ان کے قاعدوں پر عمل کرنے والے دباؤ مساوی ہونگے۔ لیکن اُسطوانے کے قاعدے پر عمل کرنے والا دباؤ اُس میں بھرے ہوئے پانی کے وزن کے مساوی ہوتا ہے۔ اس لیے کسی مخروط کے قاعدے پر عمل کرنے والا دباؤ اُس پانی کے وزن کا تین گنا ہوتا ہے جو درحقیقت اُس میں بھرا ہوا ہو۔ اسکی طبعی توجیہ یوں کی جاتی ہے کہ مخروط کے قاعدہ پر وزن دو قسم کے ہوتے ہیں ایک پانی کا حقیقی وزن جو مخروط میں بھرا ہوا ہو اور دوسرا وہ جو منحنی سطح اور سیال کے دباؤ کے ردِ عمل سے ہوتا ہے اور جس کا انتصابی تحلیلی حصہ مخروط کے قاعدہ پر عمل کرتا ہے۔

۶۔ مساوی انتقال دباؤ

اگر پانی کسی بند برتن میں بھر دیا جائے اور مائع کے کسی جزو پر ایک بیرونی دباؤ ڈالا جائے تو یہ دباؤ مائع کے اندر ہر سمت میں مساوی طور پر منتقل ہو جائے گا۔ اس اصول سے آبی شکنجوں اور دیگر کلوں میں کام لیا جاتا ہے۔ ایک بڑا اور ایک چھوٹا اُسطوانہ جن میں متحرک فشارے ہوتے ہیں پانی سے بھر دیے جاتے ہیں اور بذریعۂ نل ایک دوسرے سے ملا دیے جاتے ہیں۔ اگر چھوٹا فشارہ نیچے کی طرف د پونڈ فی مربع انچ کی قوت سے دبایا جائے تو یہ دباؤ بڑے اُسطوانے اور فشارے کے ہر مربع انچ پر منتقل ہو جائیگا۔ جن میں سے آخرالذکر پر وہ بوجھ رکھا ہوا ہوتا ہے جسے اٹھانا ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ ا اور ڈ بڑے اور چھوٹے فشاروں کے رقبے ہیں۔ اور د وہ قوت ہے جو چھوٹے فشارے پر لگائی جاتی ہے اور و بڑے فشارے پر وزن ہے۔

پلیٹ ۲

وزن و = دَ × ا

چھوٹے فشارہ پر قوت د = دَ × اَ

∴ و = د × ا / اَ

مثال (۳)۔ ایک آبی شکنجہ کے بڑے اور چھوٹے اسطوانوں کے قطر علی الترتیب ۱۵ انچ اور ۱ انچ ہیں۔ بتاؤ کہ چھوٹے فشارے پر ۱۰ پونڈ کی قوت بڑے فشارے پر کے کس قدر بوجھ سے توازن کر سکتی ہے۔

و = د ا / اَ = ۱۰ × ۲(۱۵) / ۲(۱) = ۲۲۵۰ پونڈ

۷۔ کرۂ ہوائی کا دباؤ ———— اس کا باعث ہوا کا ایک اسطوانہ ہے جو کرۂ ہوائی کی سطح تک چلا جاتا ہے۔ یہ ایک سیالی دباؤ ہے اور ہر ایک نقطہ پر ہر سمت میں یکساں عمل کرتا ہے۔ شکل ۹ جیسی ایک ۳۳ انچ لمبی نلی لو جو ا پر بند اور ب پر کھلی ہو۔ اس نلی کو پارے سے بھردو۔ پارا ایک ایسا مائع ہے جس کا وزن اس کے مساوی الحجم پانی کے وزن کا تقریباً ½ ۱۳ گنا ہوتا ہے۔ اس نلی کو انتصابی حالت میں قائم کرو۔ پارا کسی قدر نیچے اُتر آئیگا اور ا پر خلا پیدا ہو جائے گا۔ ایک ہی لیول والے نقاط ب اور بَ پر کے دباؤ مساوی ہونے چاہئیں ورنہ حرکت ضرور واقع ہوگی۔ ب پر کا دباؤ کرۂ ہوائی کا دباؤ π پونڈ فی مربع فٹ ہے۔ اور بَ پر دباؤ پارے کے اُس اسطوانے ابَ کی وجہ سے ہے جس کی بلندی تقریباً ۳۰ انچ ہے۔

پس π = (۱ مربع فٹ × ۳۰/۱۲ فٹ) × (½ ۱۳ و) = ۲۱۱۰ پونڈ یا تقریباً ۱۵ پونڈ فی مربع انچ۔

اس آلہ کو بارپیما کہتے ہیں اور اس سے کرۂ ہوائی کے دباؤ کی پیمایش کی جاتی ہے۔ اگر ہم ایک پہاڑ پر چڑھیں تو ہمارے اوپر والے ہوا کے اسطوانے کی

پلیٹ ۲

بلندی گھٹ جاتی ہے اور پارا گر جاتا ہے (یعنی پارے کے اُسطوانے کے طول میں کمی ہو جاتی ہے) اس طرح چڑھائی کی تخمین کا ایک طریقہ مل جاتا ہے۔ ایک تقریبی ضابطہ حسبِ ذیل ہے۔

ا = ۶۰۰۰۰ (لوگ س - لوگ سَ) (۲)

یہاں ا سے مراد بلندی فٹوں میں اور س اور سَ سے انچوں میں بار پیما کے مقروعات ہیں جو علی الترتیب زیریں اور بالائی مقامات پر ہیں۔ اگر صحت مطلوب ہو تو تپش کے لئے تصحیح کرنا چاہیئے۔

مثال (۴)۔ مقامات سالمو اور شیوارایسنر پر ایک ہی وقت میں بار پیما کے مقروعات علی الترتیب ۱ء۲۹ اور ۲ء۲۵ انچ ہیں۔ اندازاً بتاؤ کہ دونوں مقامات کی بلندیوں میں کیا فرق ہے۔

ا = ۶۰۰۰۰ (لوگ ۱ء۲۹ - لوگ ۲ء۲۵) = ۶۰۰۰۰ (۱ء۴۶۳۹ - ۱ء۳۵۲۲)

= ۳۷۵۰ فٹ

پارے کا وزن چونکہ پانی کے وزن کا ½۱۳ گُنا ہے اس لیے پانی کے اُسطوانے کی بلندی جو کرۂ ہوائی کے دباؤ سے سہاری جا سکتی ہے ½۱۳ × ۳۰/۱۲ فٹ یا تقریباً ۳۴ فٹ ہے۔

کرۂ ہوائی کا دباؤ عام طور پر پانی کی آزاد سطح کے تمام مقامات پر عمل کرتا ہے اور اس لیے اکثر یہ دباؤ عملی صورتوں میں حساب میں نہیں لیا جاتا۔ مثلاً فرض کرو کہ پانی کے ایک برتن میں ایک چھوٹا سا منفذ ہے جو پانی کی سطح سے ا فٹ نیچے واقع ہے۔ کرۂ ہوائی کا دباؤ π مائع کے تمام نقاط پر منتقل ہو جاتا ہے۔ برتن کے اندر منفذ پر کا دباؤ اس لیے π + و ا ہے اور منفذ کے باہر کا دباؤ π ہے۔ اس لیے بہاؤ پیدا کرنے والا حاصل دباؤ و ا ہے۔ یعنی یہ وہ دباؤ ہے جو پانی کے ارتفاع ا کی وجہ سے ہے۔ یا جسے علی العموم آبی ارتفاع کہتے ہیں۔

۸۔ **سیفن** ـــــ شکل ۱۰ جیسی ایک نلی ا ب ج کو پانی سے بھر دو اور اس کے دونوں سرے بند کر دو۔ اس کی ایک شاخ ا ب کو

پلیٹ ۲

پانی کے ایک برتن میں رکھ دو اور اس کے بعد سروں ا اور ج کو کھول دو۔ پانی ج سے بہنا شروع ہوگا۔ اور جب تک برتن والے پانی کی سطح ج یا ا میں سے جو بھی زیادہ بلند ہو اُس تک نہ پہنچ جائے، پانی برابر بہتا رہیگا۔

نلی میں پانی چونکہ برابر موجود ہے اس لئے نلی کے اندر کے کوئی دو ہم لیول نقاط پر کے دباؤ مساوی ہیں۔ اور اس لیے د اور د۱ پر کے دباؤ میں سے ہر ایک π کے مساوی ہے۔ لیکن یہی ج پر کا دباؤ ہے۔ اس لیے پانی کا اُسطوانہ ج د۱ بغیر سہارے کے ہے اور اس لیے اُسے گر جانا چاہیے۔ اور نلی کے اندر کے باقی پانی کو اس کے پیچھے پیچھے جانا لازمی ہوتا ہے۔ وجہ یہ ہے کہ اگر تسلسل ٹوٹ جائے تو خلا پیدا ہو جائے گا جو ظاہر ہے کہ ایسی صورت میں غیر ممکن ہے تاوقتیکہ نقطہ ب نقطہ د کی پانی کی سطح سے ۳۴ فٹ بلند نہ ہو جائے۔ نلی کے حصہ د ب د۱ میں کا دباؤ π سے کم ہے اس لیے اگر اس حصہ میں ایک سوراخ کر دیا جائے تو ہوا اندر گھس آئیگی اور پانی دونوں شاخوں سے گر جائے گا اور سیفن عمل نہیں کر سکے گا۔

(۹) کثافتِ اضافی ——— کثافتِ اضافی سے مراد وہ نسبت ہے جو کسی مادہ کے کسی حجم کے وزن کو اُس کے مساوی الحجم پانی کے وزن کے ساتھ ہو۔ پارے کی کثافتِ اضافی اس لیے ۱۳٫۶ ہے جب کہ پانی کی کثافت اضافی ۱ ہو۔ اگر کسی مادّہ کی کثافتِ اضافی معلوم ہو تو اس کے کسی معلوم حجم کا وزن فوراً دریافت کیا جا سکتا ہے۔

مثال (۵)۔ ڈھلے لوہے کے ایک ۴ انچ ضلع والے مکعب کا وزن معلوم کرو جب کہ اِس کی کثافتِ اضافی ۷٫۲۵ ہے۔

حجم = $(\frac{1}{3})^3$ مکعب فٹ

وزن = $\frac{1}{27} \times$ ۷$\frac{1}{4}$ $\times$ ۶۲$\frac{1}{2}$ پونڈ = ۱۶٫۷۸ پونڈ

(۱۰) تیراؤ ——— کلیۂ سوم سے ظاہر ہے کہ کسی جسم کا پانی میں تیرنا یا ڈوبنا اُس کی کثافتِ اضافی کی اکائی سے کم یا زیادہ ہونے پر منحصر ہوتا ہے۔

مثال (۶)۔ ایک نہری کشتی ۳۳ فٹ لمبی $\frac{3}{16}$ انچی لوہے کی چادر سے

پلیٹ ۲

بنائی گئی ہے۔ کشتی کے اگلے اور پچھلے حصوں کی تنگی کی وجہ سے کشتی کی لمبائی حسابی عمل کے لئے صرف ۳۰ فٹ خیال کی جائے اور اس کی مستطیلی تراش ۶ فٹ چوڑی اور ۳ فٹ گہری یکساں مان لی جائے۔ ڈھانچے اور کیلوں وغیرہ کے لیے ۵ فی صدی وزن زیادہ کر کے ٹنوں میں وہ وزن معلوم کرو جس کو کشتی تیر کر اس طرح لے جاسکتی ہے کہ اس کے پہلو ۹ انچ پانی سے اوپر رہیں۔ پٹواں لوہے کی کثافتِ اضافی ۷،۷۵ ہے۔ دیکھو شکل ۱۱

فرض کرو کہ وزن ٹنوں میں و ہے۔

پہلوؤں اور کناروں کا رقبہ = ۷۲ × ۳ = ۲۱۶ مربع فٹ

پیندے کا رقبہ = ۳۰ × ۶ = ۱۸۰ "

لوہے کا حجم = $۳۹۶ \times \frac{۳}{۱۲ \times ۱۶}$ مکعب فٹ = $\frac{۹۹}{۱۶}$ مکعب فٹ

کشتی کا وزن = $\frac{۹۹}{۱۶} \times ۷\frac{۳}{۴} \times ۶۲\frac{۱}{۲} \times \frac{۱۵۰}{۱۰۰}$ = ۴۴۹۶ پونڈ

ہٹائے ہوئے پانی کا وزن = $۳۰ \times ۶ \times ۲\frac{۱}{۴} \times ۶۲\frac{۱}{۲}$ = ۲۵۳۱۲ پونڈ

∴ و = ۲۰۸۱۶ پونڈ = ۹،۳ ٹن تقریباً

چونکہ پانی میں ڈوبا ہوا ہر ایک مادّہ اپنے وزن میں سے اپنے ہٹائے ہوئے مائع کے وزن کا مساوی وزن کھو دیتا ہے۔ اس لیے غرقاب کاموں کے سامانِ تعمیر کی اضافی قیمت جب کہ ان کاموں کے قیام کا انحصار ان کے وزن پر ہوتا ہے ان کے فی مکعب فٹ وزن میں سے $۶۲\frac{۱}{۲}$ پونڈ کو تفریق کرنے سے حاصل ہوتی ہے۔ اس طرح تقریباً

	ہوا میں وزن پونڈ	پانی میں وزن پونڈ
خشت کاری	۱۱۲	۵۰
گنڈ کی چنائی	۱۲۵	۶۳

بلیٹ ۲

	ہوا میں وزن	پانی میں وزن
	پونڈ	پونڈ
کنکریٹ	۱۲۵	۶۳
گرانیٹ یا چونہ پتھر	۱۷۰	۱۰۸

(۱۱) ماحر کی کُلیے —— پانی کی کوئی دھار جب جاری ہو تو حسب ذیل کلیوں کی پابند ہوتی ہے :—

کُلیۂ اول —— اگر دھار کی روانی مستقیم اور یکساں ہے اور اگر رَو کے کناروں کی ناھمواری سے جو بھنور پیدا ہوتے ہیں اُن کے اثر کو نظر انداز کر دیا جائے تو کسی نقطہ پر دباؤ بالکل ایسا ہوتا ہے گویا کہ مائع حالتِ سکون میں ہے۔

کُلیۂ دوم —— اگر مائع کے ذرات میں وہی اسراع پیدا ہو جو اُن کی آزادی کی صورت میں پیدا ہوتا تو دباؤ یکساں ہوگا۔

پس ہوا میں آزادانہ گرنے والی کسی دھار کی آڑی تراش کے ہر نقطہ پر دباؤ یکساں ہوتا ہے اور کرہ ہوائی کے دباؤ کے مساوی ہوتا ہے ۔

باب اول پر مثالیں

۱ ۔ ایک توم کے تختہ کا بالائی کنارہ سطح سے $\frac{1}{2}$ ۔ ۱ فٹ نیچے واقع ہے اور تختے کے ابعاد ۳ فٹ انتصابی اور ۱۸ انچ اُفقی ہیں ۔ اس پر عمل کرنے والا دباؤ معلوم کرو (جامعہ ۱۹۱۸ء) جواب ۳۷۵ ۲ پونڈ ۔

۲ ۔ پن تالاکواڑوں کی ایک جوڑی پر کس قدر مجموعی دباؤ عمل کرتا ہے جب کہ تختہ کی چوڑائی ۱۰ فٹ ہو ۔ اور پانی بالائی سمتِ دریا پر تختہ کے

نچلے حصے سے ۶ فٹ بلند ہے ۔ اور زیرین سمت دریا پر پورے تختہ سے نیچے ہے ۔ (جامعہ ۱۸۶۵ء) ۔ جواب ۲۲۵۰۰ پونڈ ۔

۳ ۔ بتاؤ کہ شکنجۂ آبی میں پانی کی کس خاصیت سے کام لیا جاتا ہے اور ایک ایسے شکنجہ کے تناسب بیان کرو جو ہر ۱۰ پونڈ دباؤ پر ایک ٹن بوجھ اٹھا سکے۔ (جامعہ ۱۸۶۵ء) ۔ جواب ۔ فشارے جن کے قطر ۱۵ اور ا کی نسبت میں ہوں ۔

۴ ۔ ایک مکعب برتن جس کی گنجائش ۱۹۶۸۳ مکعب فٹ ہے پانی سے بھر دیا گیا ہے ۔ ایک انتصابی نلی کو جس کا اندرونی قطر ½ انچ اور طول ۸ فٹ ہے پانی سے بھر کر اوپر سے اندر داخل کیا جاتا ہے ۔ تو بتاؤ کہ علی الترتیب برتن کے پیندے اور اس کے کسی ایک پہلو پر دباؤ کی قیمتیں کیا ہیں ۔ (جامعہ ۱۸۷۲ء) ۔ جواب ۔ (۱) ۸۰۵م پونڈ (۲) ۴۲۶۰م پونڈ ۔

۵ ۔ ایک کشتی جس کی آڑی تراش مستطیلی تصور کی گئی ہے باہر باہر پیمایش میں ۱۰ فٹ چوڑی اور ۴ فٹ گہری ہے ۔ پہلوؤں اور پیندے کی موٹائی بالاوسط ۱ء۰ فٹ ہے ۔ اور جس چیز سے کہ وہ بنائے گئے ہیں اسکا وزن بالاوسط ۱۰۰ پونڈ فی مکعب فٹ ہے ۔ بتاؤ کہ کتنے ٹن کا بوجھ کشتی کو ۳ فٹ تک ڈبو دیگا ۔ (جامعہ ۱۸۶۹ء) ۔ جواب ۔ ۴۵ ٹن ۔

۶ ۔ ایک انتصابی کواڑ جو ایک افقی محور کے گرد گھوم سکتا ہے پانی کے دس فٹ عمق کو سہارے ہوئے ہے ۔ محور کو کس گہرائی پر رکھنا چاہیے کہ محور کے نیچے اور اوپر واقع کواڑ کے حصوں پر عمل کرنے والا دباؤ برابر ہو جائے ۔ جواب ۔ ۷۰۰ء۷ فٹ ۔

۷ ۔ پانی کے ایک خزانہ کی دیوار جس کی بلندی ۱۶ فٹ ہے اور آڑی تراش میں ایک ایسا مثلث قائم الزاویہ ہے جس کا قاعدہ ۱۲ فٹ ہے ۔ پانی کی گہرائی ۱۴ فٹ ہے ۔ دیوار کے ہر طولی فٹ پر دباؤ کا مقابلہ کرو بموجب اسکے کہ سلامی دار رخ یا انتصابی رخ پانی کی طرف ہو ۔ جواب ۔ ۲۵ء۱ : ۱ ۔

باب دوم

ماقوائیات کے ابتدائی اصول چھوٹے منفذوں میں سے اخراج

مضامین

(۱۲) بہاؤ کا حجم —— پانی کی ایک دھار کو جو کسی نل یا نالے میں بہ رہی ہو ہم یہ تصور کر سکتے ہیں کہ اس کی ترتیب متعدد سیالی تاروں پر مشتمل ہے جو کم و بیش ایک دوسرے کے متوازی بہ رہے ہوں۔ یہ تار مساوی رفتار کے نہیں ہوتے جس کی کچھ وجہ تو کناروں کی راست فرکی مزاحمت ہے لیکن بڑی وجہ یہ ہے کہ کناروں کی ناہمواری سے چھوٹے گرداب پیدا ہوتے ہیں جن سے پانی کے ریشے ایک دوسرے کو کاٹ دیتے ہیں اور اس طرح انکی رفتاروں پر اثر پڑتا ہے

پلیٹ ۲

اور وہ بدلتی رہتی ہیں۔ یہ بات فوراً معلوم ہو جائیگی کہ دھار کی حقیقی حرکت بہت ہی پیچیدہ ہے۔ اور کوئی ایسا نظریہ موجود نہیں جس سے ہر تار کی حقیقی حرکت کا حساب کیا جا سکے۔ اگرچہ کسی مقررہ نقطہ پر رفتار ہر لحظہ اپنی مقدار اور سمت میں بدلتی رہتی ہے لیکن یہ بات مشاہدہ سے ظاہر ہے کہ کچھ وقفہ کے لیے گویا چند لمحوں کے لیے اوسط رفتار مستقل ہوگی۔ فرض کرو کہ آڑی تراشش کے ہر تار کی اوسط رفتار مطلوب ہے اور ر فٹ فی ثانیہ اِن تمام رفتاروں کا اوسط ہے تو اخراج خ مکعب فٹ فی ثانیہ جو رقبہ ق مربع فٹ میں سے گذر رہا ہو (شکل ۱۲) ہے۔

$$خ = ق \times ر \text{ ——————— } (۳)$$

مثال (۱) ایک دھار کی آڑی تراش کی پیمایش ۲٫۱ مربع فٹ ہے اور اوسط رفتار ۷۰ فٹ فی دقیقہ ہے۔ مکعب فٹ فی ثانیہ میں اِخراج معلوم کرو۔

یہاں ق = ۲٫۱، ر = $\frac{۷۰}{۶۰}$ ∴ خ = ۲٫۱ × $\frac{۷۰}{۶۰}$ = ۲٫۴۵ مکعب فٹ فی ثانیہ

جس حرکت کا اوپر تصور کیا گیا ہے اور جس میں دھار کی آڑی تراش کے رقبہ کو بہت چھوٹے چھوٹے رقبوں میں تقسیم کیا گیا ہے جن میں سے ہر ایک سیالی تار کی تراش ہے بہاؤ کی سیدھی حرکت کہلاتی ہے۔ اگر یہ مان لیا جائے کہ ہر سیالی تار یا دھار ایک غیر متغیر رفتار رکھتی ہے تو فضا میں اسکا ایک مقررہ مقام ہوگا۔ اور ایسی صورت میں دھار کی حرکت کو بسا قرار حرکت کہا جاتا ہے۔

(۱۳) اصولِ تسلسل ——— اگر کسی رَو میں کوئی ایسی فضا تصور کر لی جائے جس کے حدود مقرر ہوں تو یہ رقبہ عموماً مستقل طور پر پانی سے بھرا رہیگا بہاؤ کی درآمد اور برآمد برابر ہوگی۔ اسی کو اصولِ تسلسل کہتے ہیں۔ اگر ق، قَ کسی بہاؤ کی دو آڑی تراشوں کے رقبے اور ر، رَ اِن تراشوں کی اوسط رفتاریں ہوں تو ق، اور قَ کی درمیانی آبی فضا میں درآمد ق × ر

پلیٹ ۲

مکعب فٹ فی ثانیہ ہوگا اور برآمد قَ × رَ مکعب فٹ فی ثانیہ ۔ اور یہ دونوں اصول تسلسل کی رُو سے مساوی ہوں گے ۔

$$\therefore \frac{ر}{رَ} = \frac{قَ}{ق} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۴)$$

یا یوں کہہ سکتے ہیں کہ رفتاریں اور رقبے ایک دوسرے سے معکوس النسبت رکھتے ہیں ۔ اگر رَو کی تہ کا ڈھال مختلف ہو تو سب سے زیادہ رفتار اُس جگہ ہوگی جہاں سب سے زیادہ تیز ڈھال ہوگا ۔ اس لیے اِن حصوں میں آڑی تراش چھوٹی سے چھوٹی ہوگی ۔

مثال (۸) ایک نالے کی تراش جس کی تہ کا ڈھال یکساں چلا گیا ہے ۱۵۰ مربع فٹ ہے اور اس تراش پر رفتار ۵ء۱ فٹ فی ثانیہ ہے ۔ ۱۲۵ مربع فٹ تراش پر اس کی رفتار معلوم کرو ۔

یہاں ر × ۱۲۵ = ۵ء۱ × ۱۵۰ ∴ ر = ۸ء۱ فٹ فی ثانیہ ۔

(۱۴) چھوٹے منفذوں میں سے اِخراج ــــ اخراج کی رفتار

ــــ فرض کرو کہ ایک چھوٹا نل جو پانی سے بھرے ہوئے برتن میں لگا ہوا ہے برتن سے باہر کو نکلا ہوا ہے اور سرے پر سے اوپر کی طرف کو موڑ دیا گیا ہے یہ نل بجز ایک باریک منفذ کے جس کا عمق سطح آب سے ا ہے بند ہے تو پانی اس منفذ میں سے انتصابی حالت میں باریک دھار کی صورت میں نکلے گا دھار کا ارتفاع قریب قریب برتن کے اندر کے پانی کی سطح تک پہنچیگا ۔ سطح سے اس بلندی کا فرق اتنا خفیف ہوگا کہ فوراً یہ خیال پیدا ہوگا کہ اس کی وجہ صرف رگڑ اور دوسری مزاحمتیں ہوسکتی ہیں ۔ اگر اِس فرق کو نظر انداز کردیں تو خاص منفذ پر ہر ذرہ کی رفتار اس قدر کافی ہوگی کہ اس کو ا ارتفاع تک پہنچا سکے ۔ یعنی ذرہ کی رفتار وہی ہوگی جو ذرہ کے پانی کی سطح سے منفذ تک آزادانہ گرنے میں پیدا ہوسکتی ہے ۔ **علم حرکیات** کی رُو سے یہ رفتار $ر = \sqrt{۲ ج ا}$ جسے نظری رفتار بوجہ ارتفاع ا کہتے ہیں ۔ چونکہ $ا = \frac{ر^۲}{۲ ج}$ اس لیے رقم $\frac{ر^۲}{۲ ج}$ سے مراد ارتفاع

پلیٹ ۲

بوجہ رفتار ر ہے۔ نیز چونکہ $\text{د} = \text{و} \times \text{ا}$، اس لیے $\frac{\text{د}}{\text{و}}$ سے مراد منفذ پر داب ارتفاع ہوگا۔

اگر منفذ پر دھار کا تراشی رقبہ ق ہو تو اخراج $\text{ح} = \text{ق} \times \text{ر} = \text{ق}\sqrt{\text{۲ ج ا}}$۔ اس کو ایسے منفذ کا نظری اخراج کہتے ہیں جس کا رقبہ ق ہو۔

(١٥) رفتار کا سر یا قدر (Co-efficient) ——— حقیقی رفتار رح

اور نظری رفتار ر میں جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے تھوڑا سا فرق ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ $\text{رح} = \text{س}_\text{ر} \times \text{ر}$ جہاں $\text{س}_\text{ر}$ سے مراد رفتار کا سر یا قدر ہے۔

$$\text{رح} = \text{س}_\text{ر}\sqrt{\text{۲ ج ا}} \qquad \text{(۵)}$$

تجربہ سے یہ بات معلوم ہوئی ہے کہ رفتار کا سر (قدر) مختلف ارتفاعوں کے لیے قریب قریب مستقل ہوتا ہے۔ اس کی اوسط قیمت ٠،٩٧ ہے۔ اگر ارتفاع بہت ہی بڑا ہو تو سر (قدر) کی قیمت اتنی بڑھ جاتی ہے کہ ٠،٩٩ تک پہنچ جائے۔

رفتار کی قدر کا تخمینہ کسی دھار کے شلجمی رستہ کی پیمائش سے ہو سکتا ہے۔

فرض کرو کہ منفذ پر دھار کی سمت افقی ہے اور دھار کے رستہ کے کسی نقطہ کے پیمائش کردہ محدد لا اور ما ہیں۔ و = وقت ثانیہ میں۔ (شکل ١٣)۔

$$\text{تب لا} = \text{رح} \times \text{و اور ما} = \frac{\text{ج و}^2}{2} = \frac{\text{ج}}{2}\left(\frac{\text{لا}}{\text{رح}}\right)^2 \therefore (\text{رح})^2 = \frac{\text{ج (لا)}^2}{2 \cdot \text{ما}}$$

$$\text{لیکن رح} = \text{س}_\text{ر}\sqrt{\text{۲ ج ا}} \therefore \text{س}_\text{ر}^2 \times \text{۲ ج ا} = \frac{\text{ج لا}^2}{\text{۲ ما}} \therefore \text{س}_\text{ر} = \frac{\text{لا}}{2\sqrt{\text{ما ا}}}$$

نظری اور حقیقی رفتاروں کے فرق کو ارتفاع میں بھی دکھا سکتے ہیں۔ فرض کرو کہ ا مجموعی ارتفاع ہے اور ا_1 وہ ارتفاع ہے جہاں تک دھار پہنچتی ہے (شکل ١٤)۔ تب ا_1 وہ ارتفاع ہے جو رفتار کو پیدا کرنے میں خرچ ہوتا ہے اور ا_2 وہ ارتفاع ہے جو لزوجت اور رگڑ کی مزاحمتوں پر غالب آنے میں صرف ہوتا ہے۔ آخر الذکر یعنی $\text{ا} - \text{ا}_1$ کو نقصانِ ارتفاع کہتے ہیں۔

$$\text{نظری رفتار ر} = \sqrt{\text{۲ ج ا}} \text{ ۔ حقیقی رفتار رح} = \text{س}_\text{ر} \times \text{ر} = \text{س}_\text{ر}\sqrt{\text{۲ ج ا}}$$

لیکن $ر_ر = \sqrt{۲ج ا_۱} \times س_ر$ ، $س_ر^۲ ا = ا_۱$

$ا_۲ = ا - ا_۱ = ا(۱ - س_ر^۲)$ - اگر $س_ر = ۰٫۹۷$، $ا_۲ = ۰٫۰۶ ا$

یعنی رگڑ پر غالب آنے کے لیے مجموعی ارتفاع کا تقریبًا ۶ فی صد حصہ صرف ہوتا ہے۔ اور ۹۴ فی صد رفتار پیدا کرنے کے لیے باقی رہ جاتا ہے۔

(۱۶) سمٹاؤ کی قدر[۱] —— اگر منفذ ایک پتلی تختی میں ہو یا منفذ کی کوریں گھس کر تیز کردی گئی ہوں تو منفذ سے تھوڑے سے فاصلہ پر دھار کی آڑی تراش منفذ کے رقبہ سے کم ہوگی۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ سیالی تار جو ہر طرف سے منفذ پر آتے ہیں ان کی سمتوں کے بیشتر حصہ کا تغیر منفذ پر ہوتا ہے۔ تاروں کا جمود اس تغیر کو فورًا واقع ہونے سے روکتا ہے اور اسی لیے تاروں کے رستہ میں انحنا پیدا ہوجاتا ہے جیسا کہ شکل ۱۵ سے واضح ہے۔ زیادہ سے زیادہ سمٹاؤ منفذ سے اس کے نصف قطری فاصلے پر پیدا ہوتا ہے۔ اگر ق منفذ کا رقبہ ہو اور $س_س$ ق دھار کا رقبہ ہو تو $س_س$ کو سمٹاؤ کی قدر[۱] کہتے ہیں۔ ایک منفذ جو عمدہ موقع پر ہو اور اس کے کنارے گھس کر تیز کردیے گئے ہوں اور جو مستوی سطح میں ہو یہ قدر مختلف ارتفاعوں اور مختلف اقسام کے منفذوں کے لیے تقریبًا مستقل ہوتی ہے۔ اس کی قیمت ۰٫۶۴ ہے جو بالراست پیمایش سے حاصل کی گئی ہے۔

اگر تختی کی موٹائی منفذ کے قطر سے زیادہ ہو تو منفذ کے اطراف کی کشش شعری سے وہ حالت بن جاتی ہے جو شکل ۱۶ میں دکھائی گئی ہے اور قدر کی قیمت میں اضافہ ہوجاتا ہے۔

(۱۷) اخراج کی قدر —— جملہ خ = ق ر میں یہ فرض کرلیا گیا ہے کہ سیالی تاروں کی اوسط رفتار ر ہے اور یہ رفتار ایک ایسی سمت میں ہے جو آڑی تراش سے زاویۂ قائمہ بناتی ہے۔ یہ بات ہر ایک دھار میں

[۱] Coefficient of Contraction

پلیٹ ۲

اُس تراشش پر پائی جاتی ہے جہاں سمٹاؤ زیادہ سے زیادہ ہو۔ اگر ق منفذ کا رقبہ ہو، تو س~س~ × ق دھار کا رقبہ ہوگا اور س~ر~ √۲ ج د اس کی رفتار ہوگی۔

اس لیے خ = (س~س~ ق) (س~ر~ √۲ ج د) یعنی

خ = س ق √۲ ج د .... (۶)

جہاں س اخراج کی قدر ہے اور یہ س~س~ س~ر~ کے برابر ہوئی۔

ایسے منفذ کے لیے جو ایک پتلی تختی میں ہو س~س~ = ۶۴ء، س~ر~ = ۹۷ء ∴ س = ۶۲ء

پس خ = ۵ ق √د تقریباً۔

اخراج کی قدر کو براہِ راست یوں دریافت کر سکتے ہیں کہ بہاؤ کو ایک ناپ برتن (Gauge basin) میں ڈال دیں۔ اس طرح اخراج فی ثانیہ س ق √۲ ج د کا حقیقی مشاہدہ کر لیا جاتا ہے اور اسکا مقابلہ نظری اخراج ق √۲ ج د سے کر لیا جاتا ہے جس سے ہمیں س کی قیمت معلوم ہو سکتی ہے۔

اخراج کی قدر کو بعض اوقات ارتفاع کی اصطلاحوں میں بیان کرتے ہیں۔ اخراج خ = س ق √۲ ج د کو یوں خیال کر سکتے ہیں کہ یہ رقبہ ق اور رفتار س √۲ ج د سے حاصل ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ د~۱~ وہ ارتفاع ہے جو اس رفتار کے لیے ہوتا ہے۔

تب د~۱~ = س^۲^ ۲ ج د / ۲ ج = س^۲^ د

ایک پتلی تختی کے لیے س = ۶۲ء، ∴ د~۱~ = (۶۲ء)^۲^ د = ۳۸۵ء د

اس طرح کُل ارتفاع کا ۳۸½ فی صد رفتار کے پیدا کرنے میں صرف ہوتا ہے۔ اور ۶۱½ فی صد کا نقصان بوجہ سمٹاؤ اور مزاحمت ہوتا ہے۔

مثال (۹) پانی کا وہ ارتفاع معلوم کرو جس سے ایک پتلی تختی کے ۶ انچ مربع منفذ میں سے ۸ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج لازمی ہو (جامعہ ۱۸۸۶ء)۔

خ = س ق √۲ ج د جہاں خ = ۸، س = ۶۲ء، رقبہ ق = ۱/۴

∴ ۸ = ۶۲ء × ۱/۴ × ۸ √د ∴ √د = ۶ء۴۵، ∴ د = ۴۱ء۶ فٹ

(۱۸) زنگولی مہنال —— اگر منفذ کی شکل ایک سمٹی ہوئی رگ

پلیٹ ۲

(وریدِ منقبض) کی سی ہو (شکل ۱۷) تو تمام سمٹاؤ منفذ کے اندر واقع ہوگا، اور اگر منفذ کے رقبہ کی پیمایش اس کے چھوٹے سرے پر کی جائے تو س = ۱۔ پس اس قسم کے منفذ کے لیے اخراج کی قدر س = اکائی × س = ۹۷ء ۔ آبی خزانوں میں جو نل لگائے جاتے ہیں اُن کے منہ ہمیشہ زنگولی شکل کے ہوتے ہیں تاکہ سمٹاؤ نہ ہونے پائے ۔ انہی مُنھ کی وجہ سے ارتفاع کا کوئی نقصان نہیں ہوتا ہے بصورتِ دیگر ضرور ہوتا۔

(۱۹) دبا سمٹاؤ ـــــ سمٹاؤ چونکہ سیالی تاروں کے استدقاق سے پیدا ہوتا ہے اس لیے ہر ایسی ترکیب سے جس سے اس استدقاق میں کمی واقع ہو مثلاً منفذ کے کنارے میں چاروں طرف ایک اندرونی باڑ لگادی جائے یا برتن کے پیندے یا اطراف کے قریب منفذ واقع ہو تو ان سے اخراجی قدریں زیادتی ہوجائیگی ۔ ایسی صورت کو جملہ $س = ۶۲ء \left(۱ + ۱۴ء \frac{ن}{م}\right)$ سے معلوم کیا جاتا ہے ۔ یعنی $\frac{ن}{م}$ منفذ کے احاطہ کی کسر ہے جس پر سمٹاؤ کو دبایا جاتا ہے ۔ ایسے منفذ پر جو آب اندازوں اور اخراجی نالوں پر ہو اس کو لگانے سے قدریں تبدیلی ہوجاتی ہے ۔

(۲۰) مہنالیں ـــــ اگر ایک اسطوانہ نما نلی جس کی لمبائی منفذ کے قطر سے $۱\frac{۱}{۲}$ گُنی سے کم نہ ہو منفذ کے بیرونی طرف لگائی جائے تو دھار سمٹاؤ کے بعد نلی کو پھر بھر دیگی اور اخراج کی قدر کی قیمت ۸۲ء۰ ہوجائیگی۔

اگر اسطوانہ نما مہنال کو بجائے باہر کے اندر لگایا جائے تو قدر کی قیمت صرف ۵۲ء۰ رہ جاتی ہے ۔

اگر مہنال کے پہلو باہر کی طرف مخروطی شکل میں مستدق ہوں تو قدر کی قیمت بڑھ جائیگی ۔ اگر مہنال کی لمبائی سب سے چھوٹے قطر کی $۲\frac{۱}{۲}$ گُنی ہو اور زاویۂ استدقاق ۵° ہو تو قدرِ اخراج ۹۲ء۰ ہوگی ۔

اگر مہنال کی شکل سمٹی ہوئی رگ کی طرح ہو اور اُس کے اطراف مخروطی

پلیٹ ۲

شکل میں پھیل جائیں تو نلی میں پانی بھرپور بہیگا ۔ نظری طور پر یہ ثابت کیا جا سکتا ہے
کہ اعظم اخراج ایک اسی مہنال میں سے ہوتا ہے جو اس کے سب سے چھوٹے
رقبہ میں سے خلا میں ہو یعنی خ = ق √۲ ج (۱ + ۳۴) ۔ لیکن عملاً اخراج
اس سے کم ہوتا ہے جس کا سبب یہ ہے کہ پانی میں ہوا کے وہ ذرات جو
معلق ہوتے ہیں آزاد ہو جاتے ہیں جس سے بہاؤ کے تسلسل میں رکاوٹیں پیدا
ہو جاتی ہیں ۔ مذکورۂ بالا شکل کی ایسی مہنال سے جس کا طول اس کے کم سے کم
قطر سے نو گنا ہو اور جس کا زاویہ استدقاق ۵° ہو حقیقی اخراج نل کے چھوٹے
سے چھوٹے رقبہ کے نظری اخراج کا ۵ء۱ گنا ہوتا ہے اور اس لیے ۱ء۵ / ۶۲ء یا
۴ء۲ گنا اس اخراج کا ہوگا جو اتنے ہی رقبہ میں سے ایک پتلی سختی کے
اندر سے ہو ۔

(۱۳) چھوٹے نل ـــــ ایک استوانہ نما مہنال کے طول کو
بتدریج بڑھاتے جائیں یہاں تک کہ وہ ایک چھوٹا نل ہو جائے تو اتنی ہی فرکی
مزاحمت بڑھتی جاتی ہے اور قدر بطریق ذیل گھٹتی جاتی ہے ۔

قطروں میں لمبائی	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰
قدر	ء۸۲	ء۷۹	ء۷۷	ء۷۱	ء۶۴	ء۵۵	ء۴۹	ء۴۴	ء۴۱	ء۳۸

مثال ۱۰ ؎ ایسے نل سے اخراج فی ثانیہ معلوم کرو جس کا طول ۴ فٹ
اور قطر ۱۲ انچ ہو ۔ اور پانی کی سطح سے نل کے مرکز تک ارتفاع یا گہرائی
۱۲ فٹ ہو ۔ (جامعہ ۱۸۸۶ء) ۔

یہ ایک استوانہ نما مہنال یا چھوٹے نل کی مثال ہے جس کا طول چار
قطروں کے مساوی ہے ۔ اس لیے قدر کی قیمت ۰ء۸۰ لی جا سکتی ہے ۔ خ = س ق √۲ ج ژ

ا؎ دفعہ ۲۷ ۔

جہاں ا = ۱۲، ق = $\frac{\pi ق^2}{4}$ = ۵۸۶،۰ مربع فٹ

∴ خ = ۸۶،۰ × ۸۵،۰۰ × ۸ × ۲ $\sqrt{۳۲}$ = ۱۷،۰۴ مکعب فٹ فی ثانیہ

(۲۲) اخراج کی قدروں کی قیمتیں ـــــ قدروں کی قیمتیں

ذیل میں درج کی جاتی ہیں :ـ

اندرونی اُستوانہ نماھنال	۰،۵۲
پتلی تختی میں منفذ	۰،۶۲
بیرونی اُستوانہ نماھنال	۰،۸۲
مخروطی مستدق (۵°) ھنال	۰،۹۲
سمٹی ہوئی رگ (ورید منقبض) کی شکل کی ھنال	۰،۹۷
مخروطی متسع (۵°) ھنال	۱،۵۰

باب دوم پر مثالیں

(۱) علم ماقوائیات میں جسے اصولِ تسلسل کہتے ہیں اسکی بخوبی تشریح کرو۔ ایک دھارے کی جس کی حرکت مستقل ہے ایک معین تراش پر اوسط رفتار ۲ فٹ فی ثانیہ ہے۔ اور تراش کا رقبہ ۵۰۰ مربع فٹ ہے تو بہاؤ کا حجم معلوم کرو۔ ایک دوسرے مقام پر جس کا فاصلہ پہلے سے ایک میل ہے آڑی تراش کم ہوکر صرف ۳۰۰ مربع فٹ رہ جاتی ہے۔ رفتار معلوم کرو (کلیہ ۱۸۸۳ء)۔

جواب۔ (۱) ۱۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ (۲) ۳،۳۳ فٹ فی ثانیہ۔

(۲) سادہ منفذوں میں سے پانی کے بہاؤ کے کیا قواعد ہیں انھیں عام طور پر بیان کرو۔ اور یہ بھی بتاؤ کہ قدرِ رفتار، قدرِ سمٹاؤ اور قدرِ اخراج کے کیا معنی ہیں۔ اور ان کا باہمی تعلق کیا ہے۔

ایک نوم کے منہ کی چوڑائی ۳ فٹ اور اونچائی ۱ فٹ ہے۔ پانی کی سطح سے

منفذ کے نچلے کنارے کا عمق ۹ فٹ ہے اور ہوا میں اخراج آزادی کے ساتھ ہو رہا ہے ۔ یہ مان کر کہ تومہ ایک پتلی تختی کے اندر منفذ ہے مکعب فٹوں فی ثانیہ میں اخراج معلوم کرو (کلیہ ۱۸۸۳ء) ۔جواب ۲۸ مکعب فٹ ۔

(۳) پٹواں لوہے کے حوض میں پانی کو ۳ فٹ کے مستقل عمق پر رکھا جاتا ہے اس حوض کے ایک پہلو میں ایک سوراخ ایک انچ قطر کا ہے جس میں سے ۱۴۶٫۴ گیلن فی منٹ اخراج ہوتا ہے ۔ بتاؤ کہ حوض کی تہ سے سوراخ کی بلندی کیا ہے ۔ (کلیہ ۱۸۸۹ء) ۔جواب ۱ فٹ ۔

(۴) ایک ایسے منفذ کا قطر معلوم کرو جو پتلی تختی میں واقع ہو اور جو ۵۰ فٹ ارتفاع کے نیچے ۸۰،۰۰۰ مکعب فٹ فی یوم اخراج کر سکتا ہو (کلیہ ۱۸۸۵ء) جواب ۲٫۲ انچ ۔

(۵) ایک انچ مربع والے منفذ کا اخراج پانی کے ۹ فٹ ارتفاع کے نیچے ، مکعب فٹ فی منٹ ہے ۔ شرح اخراج معلوم کرو ۔ (کلیہ ۱۸۸۵ء) جواب ۷ ٫ ۔

(۶) ایک فٹ مربع منفذ میں سے جس کا مرکز سطح آب سے ۳۶ فٹ نیچے ہے اخراج ۳۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے بتاؤ کہ سمٹاؤ کی قدر کیا ہوگی ۔ اگر ارتفاع کو کم کرکے ۲۵ فٹ اور ۱۶ فٹ کر دیا جائے تو بتاؤ کہ اخراج کیا ہونگے (جامعہ ۱۸۸۳ء) ۔ جواب (۱) ۶۴ ٫ (۲) ۲۵ مکعب فٹ فی ثانیہ (۳) ۲۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ۔

(۷) ایک پتلی تختی میں ۱ انچ قطر والے منفذ میں سے $\frac{1}{4}$۳ مکعب فٹ فی منٹ کا اخراج چاہیے ضروری ارتفاع دریافت کرو اور یہ بھی بتاؤ کہ اگر ایک ایسی مہنال لگا دی جائے جس سے زیادہ سے زیادہ اخراج ہو سکے لیکن ارتفاع وہی رہے تو اخراج کتنا زیادہ ہو جائے گا ۔ (جامعہ ۱۸۸۴ء) جواب (۱) ۴ فٹ (۲) ۵ ٫۴ مکعب فٹ فی منٹ ۔

(۸) توموں میں سے اخراج کا ضابطہ خ = ۵ × رقبہ × $\sqrt{\text{ع}}$ ثابت کرو اور یہ بھی بتاؤ کہ اگر سمٹاؤ کو منفذ کے احاطے کے ایک حصہ پر دبا دیا جائے تو

ضابطہ میں کیا تغیر ہوگا۔ (جامعہ سنہ ۱۸۷۶ء)۔

(۹) کس شکل کی مہنال سے اعظم اخراج ہوسکتا ہے؟ اُس کے مختلف حصّوں کے تناسب بتاؤ اور وہ تناسب بھی بتاؤ جس سے حاصل شدہ اخراج نظری اخراج سے بڑھ جاتا ہے۔ (جامعہ سنہ ۱۸۷۵ء)۔

(۱۰) ۶ فٹ منتقل ارتفاع کے نیچے حسب ذیل صورتوں میں اخراج فی منٹ کیا ہوگا۔

(۱) ایک پتلی تختی میں ایک مربع منفذ جسکا رقبہ ۱،۰۳۹ مربع انچ ہو۔

(۲) ایک استوانی مہنال جس کا قطر ۱ انچ اور لمبائی ۳ انچ ہو۔

(جامعہ سنہ ۱۸۷۶ء)۔ جواب (۱) ۳،۵ مکعب فٹ (۲) ۳،۵ مکعب فٹ۔

باب سوم

بڑے منفذوں اور کٹخنوں میں سے اخراج

مضامین

انتصابی سطح میں بڑے منفذ۔
کلیۂ برنولی
ماتوائی ڈھال
دھار کی رفتار
مستطیلی کٹخنہ
قدر کا تغیّر
مستطیلی منفذ
مستدیر منفذ
مثلثی کٹخنہ
رفتارِ آمد
غرقاب منفذ
جزوی غرقاب منفذ
غرقاب کٹخنہ
مہنالیں
اندرونی نلی
مثالیں

(۲۴) **بڑے منفذ** ـــــ اب تک تو ہم نے صرف چھوٹے منفذوں کے متعلق بحث کی ہے یعنی اُن منفذوں کے متعلق جن میں سے ہر ایک نکلنے والے تار کا ارتفاع تقریباً یکساں ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ منفذ ایک انتصابی سطح میں واقع ہے اور اس کی بلندی کم ہے۔ اب اگر ل ارتفاع ہو جس کی پیمایش منفذ کے مرکز سے کی گئی ہو تو تمام تاروں کی رفتاریں تقریباً $س \times \sqrt{۲ ج ل}$ کے مساوی ہیں اور (دفعہ ۱۰) کی رُو سے $خ = س ق \sqrt{۲ ج ل}$ ۔ برخلاف اس کے

پلیٹ ۴

پلیٹ ۳

بڑے منفذوں کے لیے دھار کے تمام تاروں کی رفتار یکساں نہیں لی جاسکتی کیونکہ منفذ کے اوپر اور نیچے والے تاروں کے ارتفاع مساوی نہیں ہوتے بلکہ ان میں بہت بڑا فرق ہوتا ہے۔ آگے چل کر یہ بات معلوم ہوگی کہ تمام تاروں کی اوسط رفتار اور منفذ کے مرکزی تار کی رفتار میں بہت ہی کم فرق ہوتا ہے اس لیے اگر چھوٹے منفذ کے اخراج والے ضابطہ کو استعمال کیا جائے تو کسی بڑی غلطی کا احتمال نہیں۔

(۲۴) **کلیۂ برنولی** ——— فرض کرو کہ ایک دھار کی حرکت مستقل ہے۔ یہ فرض کرو کہ ب ج (شکل ۱۵) میں ایک ابتدائی بہاؤ کا خط ہے۔ اور ظ، ظ₁ بنیادی خط ہ ہ کے اوپر نقاط ب اور ج کی بلندیاں ہیں ق، د، ر بالترتیب آڑی تراش کا رقبہ، دباؤ اور ب پر کی رفتار ہیں اور ق₁، د₁، ر₁ نقطہ ج پر ایسی ہی متناظر مقداریں ہیں۔ کسی ایک خفیف وقفہ و وقت میں فرض کرو کہ سیال کی کمیت ب ج ' ب₁ ج₁ تک پہنچ جاتی ہے۔ تب ظاہر ہے ب ب₁ = ر و' ج ج₁ = ر₁ و۔ اور بہاؤ کی درآمد اور برآمد جو برابر ہوتی ہے یہ ہے خ و = ق ر و = ق₁ ر₁ و۔ چونکہ اس تار کے اطراف کے تار بھی تقریباً ایک ہی رفتار سے متحرک ہیں اس لیے لزوجی مزاحمت کو حساب میں نہیں لیا جاسکتا۔ بیرونی قوتوں کا کام اُس توانائی بالفعل کے مساوی ہونا چاہیے جو منکشف ہو (سیال ناپچکنا سمجھا گیا ہے)۔ تار کی تمام سطح پر عمودی دباؤ، علاوہ سروں کے، حرکت کی سمت پر عمودی ہیں اس لیے ان سے کوئی کام حاصل نہیں ہوتا۔ لہٰذا وہ بیرونی قوتیں جن کا لحاظ کرنا ہوتا ہے صرف جاذبہ اور سروں پر کے دباؤ ہیں۔

توانائی بوجہ جاذبہ وہ ہے جو حجم خ و کے ارتفاع ظ سے ارتفاع ظ₁ تک منتقل ہونے میں پیدا ہوتی ہے یعنی و خ و (ظ - ظ₁) یہاں و = اکائی وزن پانی کا اور و وقت کی اکائیاں۔

دباؤ کی توانائی اُس کام کے برابر ہے جو نقطہ ب پر کے دباؤ سے فضا ب ب₁ میں حرکت کرنے سے حاصل ہو۔ بعد منہائی اُس کام کے جو نقطہ ج پر کے دباؤ سے فضا ج ج₁ میں حاصل ہو۔ یعنی د ق ر و - د₁ ق₁ ر₁ و یعنی خ و (د - د₁)۔

پلیٹ ۳

توانائی بالفعل میں فرق ہوگا $\frac{\text{د خ و}}{\text{۲ ج}}(\text{ر}_{\text{۱}}^{\text{۲}} - \text{ر}^{\text{۲}})$

پس $\text{د خ و}(\text{ظ} - \text{ظ}_{\text{۱}}) + \text{خ و}(\text{د} - \text{د}_{\text{۱}}) = \frac{\text{د خ و}}{\text{۲ ج}}(\text{ر}_{\text{۱}}^{\text{۲}} - \text{ر}^{\text{۲}})$

$$\therefore\ \text{ظ} - \text{ظ}_{\text{۱}} + \frac{\text{د} - \text{د}_{\text{۱}}}{\text{و}} = \frac{\text{ر}_{\text{۱}}^{\text{۲}} - \text{ر}^{\text{۲}}}{\text{۲ ج}} \quad \cdots\cdots (\text{۷})$$

$\therefore\ \frac{\text{ر}^{\text{۲}}}{\text{۲ ج}} + \frac{\text{د}}{\text{و}} + \text{ظ} = \frac{\text{ر}_{\text{۱}}^{\text{۲}}}{\text{۲ ج}} + \frac{\text{د}_{\text{۱}}}{\text{و}} + \text{ظ}_{\text{۱}}$ یا چونکہ ب اور ج بہاؤ کے خط میں کوئی دو نقاط ہیں۔

$$\therefore\ \frac{\text{ر}^{\text{۲}}}{\text{۲ ج}} + \frac{\text{د}}{\text{و}} + \text{ظ} = \text{مستقل} \quad \cdots\cdots (\text{۸})$$

اب $\frac{\text{ر}^{\text{۲}}}{\text{۲ ج}}$ ارتفاع بوجہ رفتار ہے اور $\frac{\text{د}}{\text{و}}$ ارتفاع بوجہ دباؤ ہے اور ظ بنیادی خط کے اوپر کی بلندی ہے۔ اس لیے ہم کہہ سکتے ہیں کہ ظ وہ کام ہے جو ایک پونڈ پانی کے وزن سے جو بنیادی خط پر گرتا ہو حاصل ہو سکتا ہے اور $\frac{\text{د}}{\text{و}}$ اور $\frac{\text{ر}^{\text{۲}}}{\text{۲ ج}}$ کام کی وہ مقداریں ہیں جو دباؤ د اور رفتار ر سے ایک پونڈ پانی کا وزن کر سکتا ہے۔ اس لیے تینوں کا حاصل جمع ایک پونڈ ایسے پانی کی مجموعی توانائی ہے جس کا تخمینہ بنیادی خط کے حوالے سے کیا جاتا ہے۔ اس لیے ایک پونڈ پانی کی مجموعی توانائی بہاؤ کے خط پر یکساں تقسیم ہوتی ہے۔

اگر ا کسی ایسے نقطہ کا عمق ہو جس کی پیمایش بنیادی خط ٨ ٨، سے ہوئی ہو تو مساوات (۸) ہو جاتی ہے $\frac{\text{ر}^{\text{۲}}}{\text{۲ ج}} + \frac{\text{د}}{\text{و}} - \text{ا} = \text{مقدارِ مستقلہ}$۔

(۲۵) ماقوائی ڈھال —— فرض کرو کہ دو انتصابی نلیاں اس طرح سے رکھی جاتی ہیں کہ وہ خط سے نقاط ب اور ج پر ملیں (شکل ۱۹)۔ ان نلیوں میں نقاط ب اور ج پر کے دباؤ کی وجہ سے پانی $\frac{\text{د}}{\text{و}}$ اور $\frac{\text{د}_{\text{۱}}}{\text{و}}$ کی بلندیوں تک چڑھ جائیگا۔ نلیوں کے اندر آزاد سطحوں کی بلندیوں کا فرق ہوگا (شکل کی رو سے) $\text{ا} = \text{ظ} + \frac{\text{د}}{\text{و}} - (\text{ظ}_{\text{۱}} + \frac{\text{د}_{\text{۱}}}{\text{و}})$۔ اس کو مساوات (۷) میں تبدیل کرنے سے $\text{ا} = \frac{\text{ر}_{\text{۱}}^{\text{۲}} - \text{ر}^{\text{۲}}}{\text{۲ ج}}$ حاصل ہوتا ہے۔ یعنی دو تراشوں کے درمیان سطحوں کے لیول کا گراؤ

پلیٹ ۲

اُن ارتفاعوں کا فرق ہے جو ان تراشوں پر رفتاروں کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔
خط د ع ماقوائی ڈھال کہلاتا ہے۔ لیکن اس اصطلاح کو اُن صورتوں میں بھی استعمال کرتے ہیں جہاں رگڑ کا بھی لحاظ رکھا جائے۔

(۲۶) دھار میں نکلتے تاروں کی رفتار ——— اب ہم یہ ثابت کرسکتے ہیں کہ دھار کی شکل میں نکلتے ہوئے تاروں کی رفتار، سیال کی لزوجت کو نظر انداز کرکے، اُس ذرہ کی رفتار کے مساوی ہوتی ہے جو سیال کی سطح سے منفذ تک آزادانہ گرنے میں حاصل ہوتی ہے۔ یہ، ایک ایسا نتیجہ ہے جو انبک تجربہ پر مبنی رہا ہے (دفعہ ۱۴)۔
دھار اُن ابتدائی تاروں سے بنی ہوئی ہے جو برتن کے اندرونی حصہ کے کسی نقطہ پر سے حرکت کرنا شروع کرتے ہیں ایسا ایک تار شکل (۲۰) میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کرو کہ نقطہ ب پر جہاں رفتار غیر محسوس طور پر کم ہے ارتفاع $\text{ا}_{۱}$ ہے۔ اور منفذ پر ارتفاع ا اور رفتار ر ہے۔
نقطہ ب پر ارتفاع $\text{ا}_{۱}$ ہے، دباؤ $\text{π} + \text{د}\,\text{ا}_{۱}$ اور رفتار صفر ہے۔
نقطہ ج پر ارتفاع ا ہے، دباؤ π اور رفتار ر ہے۔

اس لیے کلیۂ برنولی کی رو سے $\frac{\text{ر}^{۲}}{\text{۲ج}} + \frac{\text{π}}{\text{د}} - \text{ا} = \text{۰} + \frac{\text{π} + \text{د}\,\text{ا}_{۱}}{\text{د}} - \text{ا}_{۱}$

$\therefore \frac{\text{ر}^{۲}}{\text{۲ج}} = \text{ا} \quad \therefore \text{ر} = \sqrt{\text{۲ج ا}} = \text{۸}\sqrt{\text{ا}}$ تقریباً

اگر منفذ بمقابلہ ا ابعاد میں کم ہو تو تمام تاروں کی رفتار تقریباً ایک ہی ہوگی۔ اور اگر ا کی پیمائش منفذ کے مرکز تک کی جائے تو رقم $\text{ر} = \sqrt{\text{۲ ج ا}}$ دھار کی قریب ترین اوسط رفتار کو ظاہر کرتی ہے۔

(۲۷) مستطیلی کٹھنہ ——— ایک ایسے مستطیلی کٹھنہ پر غور کرو جو پانی سے بھرے ہوئے ایک برتن کے انتصابی پہلو میں ہو اور جس کی لمبائی ل اور عمق ب ج = ا (شکل ۲۱)۔ لا گہرائی پر ایک سیالی تار کی نظری رفتار

پلیٹ ۴

$\sqrt{۲\ ج\ لا}$ ہوگی۔ نقطہ ل پر کی رفتار ظاہر کرنے کے لیے خط ل ک کو $\sqrt{۲\ ج\ لا}$ کے مساوی اُفقی طور پر قائم کرو۔ ل ک جیسے تمام خطوں کے بیرونی سروں کو ظاہر کیا جا سکتا ہے[۱] کہ وہ مکافی ب ک د پر واقع ہیں جہاں ج د = $\sqrt{۲\ ج\ لہ}$ لہٰذا شکل ب د ج اُن تمام تاروں کی رفتاروں کی ترسیمی شکل ہے جو ایک انتصابی خط ب ج میں سے نکل رہے ہوں۔ تمام تاروں کی اوسط رفتار

$$= \frac{ح(ل ک)}{ب ج} = \frac{رقبہ\ ب\ د\ ج}{لہ} = \frac{\frac{۲}{۳}\ لہ\ \sqrt{۲\ ج\ لہ}}{لہ} = \frac{۲}{۳}\sqrt{۲\ ج\ لہ}$$

یعنی اوسط رفتار تہ کی رفتار کی $\frac{۲}{۳}$ ہوتی ہے۔ نظری اخراج ق ر = لہ ل $\times \frac{۲}{۳}\sqrt{۲ ج لہ}$ اور حقیقی اخراج

$$خ = \frac{۲}{۳}\ س\ ل\ لہ\ \sqrt{۲\ ج\ لہ} \quad \text{.............} \quad (۹)$$

اس رقم میں قدر س مستقل نہیں ہوتی بلکہ ل اور لہ کی مختلف قیمتوں کے لیے مختلف ہوتی ہے۔ ایک پتلی تختی کے لیے س کی اوسط قیمت ۶۲ء ہے۔ چونکہ یہ مکمل سمٹاؤ والے منفذوں کی قدر ہوتی ہے۔ اس لیے یہ خیال کیا جا سکتا ہے کہ کٹھنہ کے لیے س کی قیمت زیادہ بڑی درکار ہوگی۔ درحقیقت جیسا شکل ۲۴ میں دکھایا گیا ہے پانی کی سطح کٹھنہ کی طرف گرتی جاتی ہے۔ اور سہولت کی خاطر کٹھنہ کی تہ سے ساکن پانی کی سطح تک ارتفاع کی پیمایش کی جاتی ہے۔ مستطیلی کٹھنوں کی عملی مثالیں ناپ تختے، تالابی نکاس چادریں اور دریائی کوتے ہیں۔

مندرجۂ ذیل طریقوں سے اخراج کو تکملی احصاء کی مدد سے فوراً معلوم کیا جا سکتا ہے:۔

دھار کی ایک اُفقی دھجی پر جس کی موٹائی فر لا ہے اور جو لا گہرائی پر واقع ہے غور کرو۔

---

[۱] فرض کرو کہ ل ک = ما = $\sqrt{۲\ ج\ لا}$۔ تب ما^{۲} = ۲ ج لا جو ایک ایسے مکافی کی مساوات ہے جس کا محور ب ج ہو اور جس کا راس نقطہ ب پر ہو۔

پلیٹ ۳

دھجی کی رفتار √(۲ ج لا) ہے اور اس کی تراشِ عمودی کا رقبہ ل × فرلا ہے ۔

پس دھجی کا اخراج س ل √(۲ ج لا) . فرلا ہے ۔

مجموعی اخراج خ = س ل √(۲ ج) ∫ لا^(۱/۲) فرلا = $\frac{2}{3}$ س ل √(۲ ج) × (ا)^(۳/۲) ۔

(۲۸) س کے تغیر کی وجہ کو اس طرح واضح کیا جا سکتا ہے :۔ فرض کرو کہ ل اور ا دھار کی اور لَ ، اَ کٹھنہ کی بالترتیب لمبائی اور عمق ہیں ۔ (کٹھنہ سے کچھ ہٹ کر ساکن پانی کی سطح تک اَ کی پیمایش اس وجہ سے کی جاتی ہے کہ پانی کی سطح کٹھنہ کے قریب گر جاتی ہے)۔ رفتار کی قدر کو اکائی مان کر ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ :—

دھار کے لیے خ = $\frac{2}{3}$ ل ا √(۲ ج ا)

اور کٹھنہ کے لیے خ = $\frac{2}{3}$ س لَ اَ √(۲ ج اَ) ∴ س = (ل ا^(۳/۲)) / (لَ . اَ^(۳/۲))

لیکن یہ قدر ، سمٹاؤ کی عام قدر سے مختلف ہوتی ہے جو = دھار کا رقبہ / منفذ کا رقبہ

= (ل × ا) / (لَ . اَ) آخر الذکر قدر تقریباً مستقل ہوتی ہے جس کی وجہ سے س میں اختلاف کٹھنہ کے ابعاد کے ساتھ ساتھ ہوتا ہے ۔

کٹھنہ میں سے جو دھار خارج ہوتی ہے اس کی تراش بمقابلہ لَ × اَ کے کم ہوتی ہے جس کے اسباب یہ ہیں :— (ا) پانی کی سطح کا گراؤ ۔ (ب) تہ کا سمٹاؤ (ج) سرے کے سمٹاؤ ۔ دھار کی کمی جو بوجہ (ا) اور (ب) لَ کے متناسب ہوتی ہے ۔ اور کمی جو (ج) کی وجہ سے ہوتی ہے اَ کے ساتھ متناسب ہوتی ہے ۔ لاول[1] کے مقام پر مسٹر فرانسس[2] نے ایک پتلی تختی میں مستطیلی کٹھنوں سے اخراج کے تجربے کیے ۔ ان میں کٹھنہ کی لمبائی ارتفاع کے تین گنے سے کم نہیں تھی اور دریافت کیا کہ دھار کی لمبائی سرے کے دو سمٹاووں کا لحاظ رکھ کر (لَ - ۲ء۰ اَ) تھی ۔ س × اَ کو چادر پر دھار کی گہرائی مان کر انھوں نے یہ نتیجہ حاصل کیا کہ

خ = $\frac{2}{3}$ س (لَ - ۲ء۰ اَ) اَ √(۲ ج اَ) .... (۱۰)

---

[1] Lowell   [2] Mr. Francis

پلیٹ ۳

مساوات (۱۰) میں مختلف ارتفاعوں اور لمبائیوں کے لیے عام ضابطہ مساوات (۹) سے مقابلہ کرنے سے ظاہر ہے کہ قدر س زیادہ مستقل ہوتی ہے اور اس کی اوسط قیمت ۶۲ء۰ ہے۔

(۲۹) **مستطیلی منفذ** ـــــ فرض کرو کہ ل منفذ کی لمبائی ہے اور ا_1، ا_2 بالترتیب تہ اور چوٹی کے ارتفاع ہیں (شکل ۲۲)۔ ان نقاط پر کی رفتاریں $\sqrt{2\,\text{ج}\,\text{ا}_1}$، اور $\sqrt{2\,\text{ج}\,\text{ا}_2}$ ہیں جو بالترتیب ج د اور ع ف سے ظاہر کیجاتی ہیں۔

اس لیے اوسط نظری رفتار ہوگی $\frac{\text{رقبہ ع ف د ج}}{\text{ع ج}}$

$$= \frac{\frac{2}{3}\,\text{ا}_1\sqrt{2\,\text{ج}\,\text{ا}_1} - \frac{2}{3}\,\text{ا}_2\sqrt{2\,\text{ج}\,\text{ا}_2}}{\text{ا}_1 - \text{ا}_2}$$

نظری اخراج ہوگا

$$\text{ق ر} = \text{ل}\,(\text{ا}_1 - \text{ا}_2)\,\frac{\frac{2}{3}\sqrt{2\,\text{ج}}\,(\text{ا}_1^{\frac{3}{2}} - \text{ا}_2^{\frac{3}{2}})}{(\text{ا}_1 - \text{ا}_2)}$$

∴ حقیقی اخراج

$$\text{خ} = \frac{2}{3}\,\text{س}\,\text{ل}\sqrt{2\,\text{ج}}\,(\text{ا}_1^{\frac{3}{2}} - \text{ا}_2^{\frac{3}{2}}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

اگر ا_2 کو صفر کے مساوی رکھا جائے تو ہمیں مستطیلی کٹھنہ کا اخراج معلوم ہوجاتا ہے۔

جیسا کہ کٹھنہ کی صورت میں ہوتا ہے اور ایسی ہی وجہ سے قدر س مستقل نہیں ہوتی بلکہ منفذ کے مختلف ارتفاعوں اور مختلف رقبوں کے لیے مختلف ہوتی ہے۔ نیز کنارے والے منفذوں کی قیمتیں ۶۰۰ء سے ۶۳۲ء تک ہوتی ہیں۔ اور ان کی سب سے زیادہ قیمتیں اُس صورت میں ہوتی ہیں

پلیٹ ۲

جب ارتفاع چھوٹے ہوں۔ قدر کی اوسط قیمت ۶۲، ہوتی ہے۔ مستطیلی منفذوں کی عملی مثالیں کٹوں، تالاب کے بندوں اور پن تالوں، وغیرہ، یا توموں کے کشادہ رستے ہیں۔

احصا کی مدد سے اخراج کو بالراست معلوم کیا جاسکتا ہے جیسا کہ کٹھنہ کی صورت میں ہوتا ہے :—

$$\text{خ} = \text{س ل}\sqrt{۲\text{ج}} \int_{\text{ا}_۲}^{\text{ا}_۱} \text{لا}^{\frac{1}{2}}\, \text{ڈلا} = \frac{۲}{۳}\, \text{س ل}\sqrt{۲\text{ج}}\,\left(\text{ا}_۱^{\frac{۳}{۲}} - \text{ا}_۲^{\frac{۳}{۲}}\right).$$

اُس وقت تک کہ بالائی سل پر آبی ارتفاع منفذ کی اونچائی سے کم نہ ہو یہ عملاً کافی صحیح ہوگا کہ ایک چھوٹے منفذ سے اخراج حل کرنے کے لیے جملہ $\text{خ} = \text{س ق}\sqrt{۲\text{ج ا}}$ سے کام لیا جائے اس میں ارتفاع ا کو منفذ کے مرکز تک ناپا جاتا ہے۔ سب سے بڑی خطا اُس وقت ہوسکتی ہے جب $\text{ا}_۲ = ۰$ ہو یعنی جب منفذ ایک کٹھنہ کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔ کٹھنہ کی تہ تک ارتفاع ۲ $\text{ا}_۱$ ہوتا ہے۔ اس لیے:-

۱ مندرجۂ ذیل جدول سے قدر کی تبدیلیوں کا حال ظاہر ہوگا :—

منفذ کے مرکز تک ارتفاع	ارتفاع کا تناسب چوڑائی کے ساتھ (جب کہ چوڑائی ایک فٹ ہو)				
فٹ	۴	۲	۱	۱/۲	۱/۴
۰٫۵	..	..	..	٫۶۱۵	٫۶۳۱
۱٫۰	.	..	٫۶۰۱	٫۶۱۷	٫۶۳۲
۲٫۰	..	٫۶۱۸	٫۶۰۴	٫۶۱۷	٫۶۳۰
۳٫۰	٫۶۲۷	٫۶۱۷	٫۶۰۵	٫۶۱۵	٫۶۲۷
۵٫۰	٫۶۲۱	٫۶۱۲	٫۶۰۴	٫۶۱۱	٫۶۲۰
۱۰٫۰	٫۶۰۴	٫۶۰۲	٫۶۰۱	٫۶۰۱	٫۶۰۳
۳۰٫۰	٫۶۰۵	٫۶۰۳	٫۶۰۱	٫۶۰۳	٫۶۰۴
۵۰٫۰	٫۶۰۹	٫۶۰۶	٫۶۰۲	٫۶۰۵	٫۶۰۷

پلیٹ ۳

صحیح اخراج $\text{خ}_1 = \frac{۲}{۳}\,\text{س ل}\,\sqrt{\text{۲ ج}}\,(\text{۲ ا})^{\frac{۳}{۲}} = \text{س ل ۲ ا}\,\sqrt{\text{۲ ج}\,\frac{۸}{۹}\,\text{ا}}$

$= \text{س ق}\,\sqrt{\text{۲ ج}\,\frac{۸}{۹}\,\text{ا}}$ ۔

تقریبی اخراج $\text{خ}_2 = \text{س ق}\,\sqrt{\text{۲ ج ا}}$

پس اگر قدروں کو دونوں رقوم میں مساوی تصور کریں تو تناسب $\frac{\text{خ}_1}{\text{خ}_2} = \sqrt{\frac{۸}{۹}} = ۰٫۹۴$ ۔ اور اعظم خطا جو تقریبی ضابطہ کو استعمال کرنے سے حاصل ہوگی وہ ۶ فی صد ہے۔

مثال ۱۱ ۔ توموں سے اخراج عموماً یہ فرض کرکے محسوب کیا جاتا ہے کہ اوسط عمق پر کی رفتار، اوسط رفتار ہے۔ اس طریقہ کو اختیار کرنے سے مکعب فٹ فی دقیقہ میں ایک ایسے توم سے جس کی لمبائی ۴ فٹ اور گہرائی ۲ فٹ ہو اور جس کا آبی ارتفاع سِل پر ۱۲ فٹ ہو حقیقی اخراج اور محسوب شدہ اخراج میں فرق کیا ہوگا۔ جب کہ قدر $\frac{۵}{۸}$ مانی گئی ہو (جامعہ ۱۸۸۴ء)۔

حقیقی اخراج $\text{خ}_1 = \frac{۲}{۳}\,\text{س ل}\,\sqrt{\text{۲ ج}}\,(\text{ا}_1^{\frac{۳}{۲}} - \text{ا}_2^{\frac{۳}{۲}}) = \frac{۲}{۳} \times \frac{۵}{۸} \times ۴ \times ۸$

$(۱۲^{\frac{۳}{۲}} - ۱۰^{\frac{۳}{۲}}) = ۱۳۲٫۶۱۹$

اوسط عمق پر کی رفتار $\sqrt{\text{۲ ج} \times ۱۱}$ ہے۔

تقریبی اخراج $\text{خ}_2 = \text{س ق}\,\sqrt{\text{۲ ج} \times ۱۱} = \frac{۵}{۸} \times ۸ \times ۸\,\sqrt{۱۱} = ۱۳۲٫۶۶۵$

اس لیے ۰٫۰۴۶ مکعب فٹ فی ثانیہ فرق ہوگا یعنی $۲\frac{۳}{۴}$ مکعب فٹ فی دقیقہ فرق ہوگا۔

(۳۰) **مستدیر منفذ** ۔ دائرہ کو متعدد ایسی انتصابی دھجیوں میں تقسیم کرسکتے ہیں جو تقریباً مستطیل ہوں۔ ہر مستطیل میں اوسط رفتار تقریباً اُس نقطہ پر کی رفتار کے برابر ہوتی ہے جو مستطیل کے نصف عمق پر واقع ہو۔ یعنی

پلیٹ ۲

دائرے کے ایک اُفقی قطر پر۔ اس لیے اگر ا دائرہ کے مرکز کا عمق ہو تو اوسط رفتار $= \sqrt{\text{۲ ج ا}}$ تقریباً اور اس لیے

$$\text{خ} = \text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج ا}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (\text{۱۲})$$

دائرہ کا محیط سطح کو جب مس کرتا ہو تو اس ضابطہ کو استعمال کرنے سے بڑی سے بڑی غلطی ۴ فی صد کی ہوسکتی ہے۔

کسی ایسے منفذ کے متعلق جس کی شکل اُفقی محور کے اوپر اور نیچے متشاکل ہو یہی طریقہ استعمال کیا جاسکتا ہے۔

مثال (۱۲)۔ ضابطہ $\text{خ} = \text{۳ء۹ ق}'^{\text{۲}} \sqrt{\text{ا}}$ کو ثابت کرو۔

جبکہ خ = اخراج مکعب فٹ فی ثانیہ میں

قَ = منفذ کا قطر فٹوں میں

ا = ارتفاع فٹوں میں

پانی کے اُس بہاؤ کے لیے ہیں جو ایک پتلی تختی میں ایک مستدیر منفذ میں سے ہو۔ (جامعہ سنہ ۱۸۸۹ء)۔

$$\text{خ} = \text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج ا}} = \text{۶۲ء} \times \frac{\pi}{\text{۴}}\text{ق}'^{\text{۲}} \times \text{۸} \sqrt{\text{ا}} = \text{۶۲ء} \times \frac{\text{۲۲}}{\text{۷}} \times \text{۲ق}'^{\text{۲}} \sqrt{\text{ا}}$$

$$= \text{۳ء۹ ق}'^{\text{۲}} \sqrt{\text{ا}}$$

(۱۳) مثلثی کٹھنہ

——— اس شکل کے کٹھنہ میں اگر ل چوٹی کی چوڑائی اور ا راس تک کا عمق ہو (شکل ۲۳) تو تناسب $\frac{\text{ل}}{\text{ا}}$ مختلف ارتفاعوں کے لیے مستقل رہتا ہے اور مقدار س میں بہت کم تغیر ہوتا ہے۔ اس لیے اس شکل کا کٹھنہ چھوٹی ندیوں کے اخراج کی پیمائش کے لیے بہت ٹھیک رہتا ہے۔ تقریبی ضابطہ $\text{خ} = \text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج اَ}}$ ہے جہاں اَ پانی کی تراش کا مرکز جاذبہ تک ارتفاع ہے۔ نتیجہ میں ۸ فی صد کی زیادتی ہوتی ہے۔

مثال (۱۳) ایک نکاس تختہ میں جو ایک بند پر واقع ہو ایک مثلثی

پلیٹ ۲

کٹھنہ سے اگر اخراج ہو رہا ہو اور کٹھنہ کے دونوں اضلاع مساوی طور پر مائل ہوں اور زاویۂ قائمہ پر ملتے ہوں تو قدر دریافت کرو جب کہ $خ = \frac{۱}{۲}\sqrt{د^۵}$ جہاں د کٹھنہ کی تہ کے اوپر ساکن پانی کا عمق انچوں میں ہے اور خ اخراج مکعب فٹ فی دقیقہ ہے (جامعہ سنہ ۱۹۱۸ء)۔

اخراج مکعب فٹ فی ثانیہ میں $ق\sqrt{۲ج\,ا'}$ ہے۔ جہاں $ا'$ پانی کی تراش کا مرکزِ جاذبہ تک فٹوں میں ارتفاع ہے۔ $ل = ۲د$

$$ا'\ \text{فٹ} = \frac{۱}{۱۲} \times \frac{د}{۳}\ \text{فٹ} = \frac{د}{۳۶}\ \text{فٹ}$$

$$ق\ \text{مربع فٹ} = \frac{۱}{۲}\left(\frac{۲د}{۱۲} \times \frac{د}{۱۲}\right) = \frac{د^۲}{۱۴۴}\ \text{مربع فٹ}$$

$$\therefore خ\ \text{فی دقیقہ} = ۶۰\,س\,\frac{د^۲}{۱۴۴} \times ۸\sqrt{\frac{د}{۳۶}} = \frac{۵}{۹}\,س\sqrt{د^۵}$$

سوال کی رو سے $خ = \frac{۱}{۲}\sqrt{د^۵}$ $\therefore \frac{۵}{۹}\,س = ۱$ $\therefore س = ۰٫۹۰$

(۳۴) ایک مثلثی کٹھنہ کا حقیقی اخراج مندرجۂ ذیل طریقہ سے معلوم ہو سکتا ہے۔ سطح کے نیچے لا پر سیالی تاروں کی ایک افقی پرت پر غور کرو (شکل ۲۳)۔ فرض کرو کہ پرت کی لمبائی ما اور اس کا عمق فرلا ہے۔

$$\frac{ما}{ل} = \frac{د - لا}{د}$$

پرت کی رفتار $= \sqrt{۲ج\,لا}$۔ اس کی آڑی تراش کا رقبہ $= ما \times فرلا$

$$\therefore \text{پرت کا اخراج} = س\,ما\,فرلا\sqrt{۲ج\,لا} = س\,\frac{ل}{د}\sqrt{۲ج}\,(د\sqrt{لا} - لا\sqrt{لا})\,فرلا$$

$$\therefore \text{کٹھنہ کا پورا اخراج} = س\sqrt{۲ج}\,\frac{ل}{د}\int_{۰}^{د}(د\sqrt{لا} - لا\sqrt{لا})\,فرلا$$

$$= س\sqrt{۲ج}\,\frac{ل}{د}\left(\frac{۲}{۳}د^{\frac{۵}{۲}} - \frac{۲}{۵}د^{\frac{۵}{۲}}\right)$$

$$\text{یعنی}\ خ = \frac{۴}{۱۵}\,س\,ل\sqrt{۲ج} \times (د)^{\frac{۳}{۲}} \quad \text{.............(۱۳)}$$

$$\text{تقریبی ضابطہ سے}\ خ = س\,\frac{ل\,د}{۲}\sqrt{۲ج\,\frac{د}{۲}} = \frac{۱}{۲\sqrt{۲}}\,س\,ل\sqrt{۲ج}\,(د)^{\frac{۳}{۲}}$$

پلیٹ ۳

$$\therefore \frac{\text{تقریبی اخراج}}{\text{حقیقی اخراج}} = \frac{۱}{۳٫۴۲} \div \frac{۴}{۱۵} = \frac{۲۸۹}{۲۶۷} = ۱٫۰۸$$

(۳۳) رفتارِ آمد ــــــ اگر کسی پانی میں جو کٹھنہ یا منفذ میں سے جاری ہو رفتارِ آمد ہو جیسا کہ اُن ندیوں یا دریاؤں کی صورت میں ہوتا ہے جو چادروں یا کتوں پر سے بہتے ہیں، تو یہ رفتار (جو اخراج کو زیادہ کرنے میں مدد دیتی ہے) اس طرح حل کی جا سکتی ہے کہ اُس ارتفاع کو جس کی وجہ سے رفتارِ آمد پیدا ہوتی ہے فرض کر لیا جائے اور حقیقی ارتفاع میں جمع کر دیا جائے ۔ ایک مستطیلی کٹھنہ پر غور کرو اور فرض کرو کہ $ر_و$ آمد کی رفتار ہے ۔ اور اس رفتار کو پیدا کرنے میں جس ارتفاع $ا_و$ کی ضرورت ہوتی ہے وہ $\frac{ر_و^۲}{۲ج}$ کے مساوی ہے ۔ لہٰذا ارتفاع کا مستطیلی کٹھنہ تقریباً ایک مستطیلی منفذ ہو جاتا ہے (شکل ۲۴) جس کی تہ اور چوٹی تک کے ارتفاع $(ا + ا_و)$ اور $ا_و$ ہیں ۔ پس

$$خ = \frac{۲}{۳} س ل \sqrt{۲ج} \left\{ (ا + ا_و)^{\frac{۳}{۲}} - ا_و^{\frac{۳}{۲}} \right\} \quad \ldots\ldots (۱۴)$$

ایک دریا پر چادر کی تعمیر سے چادر کے ٹھیک اوپر پانی کی تراشش میں اضافہ ہو جاتا ہے ۔ جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ رفتارِ آمد ندی کی طبعی رفتار سے کم ہو جاتی ہے ۔

فرض کرو کہ ق طبعی تراشش اور ر رفتار ہے ۔

اور $ق_و$ چادر کے ٹھیک اوپر کی تراش اور $ر_و$ رفتار ہے ۔

تب مساوات (۴) کی رُو سے $ر_و ق_و = رق \therefore ر_و = ر \frac{ق}{ق_و}$

مثال (۱۴) ۔ ایک پتلی تختی میں جس کی چوڑائی ۶ فٹ ہو ارتفاع ۸ انچ ہو اور رفتارِ آمد ۲ میل فی گھنٹہ ہو ایک مستطیلی کٹھنہ سے اخراج فی دقیقہ کیا ہوگا ۔ (جامعہ ۱۸ء) ۔

پلیٹ ۳

$\text{ر}_\text{و} = \frac{5280 \times 2}{60 \times 60} = 2.93$ فٹ فی ثانیہ، $\text{ا}_\text{و} = \frac{(2.93)^2}{64} = .13$ فٹ

$\text{خ} = \frac{2}{3}\,\text{س}\,\text{ل}\,\sqrt{2\text{ج}}\left\{(\text{ا} + \text{ا}_\text{و})^{\frac{3}{2}} - \text{ا}_\text{و}^{\frac{3}{2}}\right\}$ جہاں $\text{س} = .62 = \frac{5}{8}$،

$\text{ل} = 6$، $\text{ا} = .67$، $\text{ا}_\text{و} = .13$

$\therefore \text{خ} = \frac{2}{3} \times \frac{5}{8} \times 6 \times 8 \left\{(.80)^{\frac{3}{2}} - (.13)^{\frac{3}{2}}\right\} = 20 \times .667 = \frac{40}{3}$

$\therefore$ اخراج فی دقیقہ $= \frac{40 \times 60}{3} = 800$ مکعب فٹ

(۳۴) غرقاب منفذ ـــــ فرض کرو کہ ا_1، ا_2 (شکل ۲۵) منفذ کے دونوں طرف کے ارتفاع ہوں جو مخالف سمتوں میں اخراج پیدا کرتے ہوں۔ موثر ارتفاع $(\text{ا}_1 - \text{ا}_2)$ ہے جو منفذ کے اوپر اور نیچے پانی کی سطحوں کے درمیان ارتفاع کا فرق ہے۔ اگر اس ارتفاع کو ا اور توم کے رقبہ کو ق مانیں تو

$$\text{خ} = \text{س}\,\text{ق}\,\sqrt{2\text{ج}\,\text{ا}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

اس کا ثبوت مندرجۂ ذیل ہے :—

فرض کرو کہ ب ج (شکل ۲۶) ایک ابتدائی سیالی نار ہے اور نقطہ ب پر کی رفتار نامعلوم طور پر کم ہے تو اس ترقیم سے جو شکل میں دکھائی گئی ہے ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں :—

نقطہ ب پر ارتفاع ا_1، دباؤ $\pi + \text{و}\,\text{ا}_1$ اور رفتار صفر ہے۔

نقطہ ج پر " ا_2 " $\pi + \text{و}\,\text{ا}_2$ اور " ر ہے۔

$$\therefore \frac{\text{ر}^2}{2\text{ج}} + \frac{\pi + \text{و}\,\text{ا}_2}{\text{و}} - \text{ا}_2 = 0 + \frac{\pi + \text{و}\,\text{ا}_1}{\text{و}} = \text{ا}_1$$

$$\therefore \frac{\text{ر}^2}{2\text{ج}} = \text{ا}_1 - \text{ا}_2 = \text{ا}$$

(۳۵) قدرے ڈوبا ہوا منفذ ـــــ فرض کرو کہ ا منفذ کے

پلیٹ ۳

اوپر اور نیچے والے پانی کے ارتفاعوں کا فرق ہے (شکل ۲۷) اور $\text{ا}_۱$ اور $\text{ا}_۲$ بالترتیب منفذ کی تہ اور چوٹی تک کے ارتفاع ہیں۔ اخراج دو حصوں میں منقسم ہو سکتا ہے۔ یعنی $\text{خ}_۱$ ایک مفرد مستطیلی منفذ سے جاری ہے۔ جس کی گہرائی $(\text{ا} - \text{ا}_۲)$ ہے اور $\text{خ}_۲$ ایک ایسے ڈوبے ہوئے منفذ سے جاری ہے جس کا ارتفاع $(\text{ا}_۱ - \text{ا})$ ہے۔

$$\text{خ}_۱ = \tfrac{۲}{۳}\,\text{س ل}\sqrt{۲\text{ج}}\left(\text{ا}^{\frac{۳}{۲}} - \text{ا}_۲^{\frac{۳}{۲}}\right)$$

$$\text{خ}_۲ = \text{س ل}\,(\text{ا}_۱ - \text{ا})\sqrt{۲\text{ج ا}}$$

اگر ان صورتوں میں قدر س کی ایک ہی قیمت مانی جائے تو

$$\text{خ} = \text{س ل}\sqrt{۲\text{ج}}\left\{\tfrac{۲}{۳}\left(\text{ا}^{\frac{۳}{۲}} - \text{ا}_۲^{\frac{۳}{۲}}\right) + (\text{ا}_۱ - \text{ا})\,\text{ا}^{\frac{۱}{۲}}\right\} \quad ....(۱۶)$$

(۳۶) **غرقاب کٹھنہ** ــــــ فرض کرو کہ کٹھنہ کی تہ تک ارتفاع $\text{ا}_۱$ ہے (شکل ۲۸) اور پانی کی سطحوں کے درمیان ارتفاع کا فرق ا ہے۔

$$\text{خ}_۱ = \tfrac{۲}{۳}\,\text{س ل ا}\sqrt{۲\text{ج ا}}$$

$$\text{خ}_۲ = \text{س ل}\,(\text{ا}_۱ - \text{ا})\sqrt{۲\text{ج ا}}$$

$$\therefore \text{خ} = \text{س ل}\sqrt{۲\text{ج ا}}\left(\text{ا}_۱ - \text{ا} + \tfrac{۲}{۳}\,\text{ا}\right) = \text{س ل}\sqrt{۲\text{ج ا}}\left(\text{ا}_۱ - \tfrac{\text{ا}}{۳}\right) \quad ....(۱۷)$$

اس میں منفذ کے دونوں حصوں کے لیے ایک ہی قدر مانی گئی ہے۔

(۳۷) **مہنالیں** ــــــ متسع مہنالوں کی وجہ سے جو اخراج بڑھ جاتا ہے اس کو کلیۂ برنولی کی مدد سے واضح کر سکتے ہیں۔ فرض کرو کہ ایک افقی نلی میں جس کے اندر پانی کا بہاؤ برقرار ہے بتدریج پھیلاؤ ہوتا جاتا ہے تو رفتار میں بتدریج کمی واقع ہوتی ہے۔ لیکن مساوات (۸) کی رو سے $\frac{\text{ر}^۲}{۲\text{ج}} + \frac{\text{د}}{\text{و}} + \text{ظ}$ مستقل ہے اور ظ بھی مستقل ہے۔ اس لیے رفتار کی کمی کے ساتھ ساتھ دباؤ بڑھتا جاتا ہے۔ اگر نل میں تدریجی سمٹاؤ ہو تو رفتار میں اضافہ

پلیٹ ۴

اور دباؤ میں کمی ہوتی جاتی ہے۔ ہم نے یہ تدریجی بڑھاؤ یا سمٹاؤ اس وجہ سے کہا ہے کہ رفتار میں دفعتہً کوئی تغیر پیدا نہ ہو اور اس وجہ سے صدمہ سے توانائی میں نقصان نہ ہو۔

ورید منقبض (سمٹی ہوئی رگ) کی شکل کی مہنال کو لو جس کے اطراف مخروطی شکل میں پھیلتے جائیں اور استوانی صورت میں ختم ہوں تاکہ دھار کے تار متوازی نکلیں (شکل ۲۹)۔

فرض کرو کہ ق، ر، د سب سے چھوٹی تراش ج پر بالترتیب رقبہ، رفتار اور دباؤ ہیں۔ اور $ق_1$، $ر_1$، $د_1$ بیرونی نقطہ د پر ان کی متناظر مقداریں ہیں۔ ایک ریشہ ب ج د پر غور کرو۔

ب پر رفتار صفر، دباؤ $\Pi + و ل_ب$ اور ارتفاع $ل_ب$ ہے۔

ج پر 〃 ر، 〃 د 〃 〃 ل ہے۔

د پر 〃 $ر_1$ 〃 $د_1$ 〃 〃 ل ہے۔

$$\text{چنانچہ}\quad 0 + \frac{\Pi + و ل_ب}{و} - ل_ب = \frac{ر^2}{2ج} + \frac{د}{و} - ل = \frac{ر_1^2}{2ج} + \frac{د_1}{و} - ل$$

$$\therefore \frac{\Pi}{و} + ل = \frac{ر^2}{2ج} + \frac{د}{و} = \frac{ر_1^2}{2ج} + \frac{د_1}{و} \quad \text{......} \quad (۱۸)$$

اگر دھار کا اخراج ہوا میں ہوتا ہو تو $د_1 = \Pi$ اس لیے $ل = \frac{ر_1^2}{2ج}$

یا رگڑ کا لحاظ کرتے ہوئے $ر_1 = س_ر \sqrt{2جل}$ $\therefore$ $خ = .97\, ق_1 \sqrt{2جل}$

پس معلوم ہوا کہ اخراج ج پر کی تراش پر منحصر نہیں ہوتا ہم اس تراش کو جتنا چاہیں کم کر سکتے ہیں۔ بشرطیکہ ج پر کی رفتار اتنی زیادہ نہ ہو جائے کہ جس سے دباؤ صفر کے نیچے گر جائے۔ اگر ایسا ہو جائے تو پانی کا دباؤ تناؤ کی صورت اختیار کر لیتا ہے، اور بہاؤ کا تسلسل ناممکن ہو جاتا ہے اور نقطہ د پر مہنال میں بھرپور پانی نہیں چل سکتا۔ اگر د

پلیٹ ۴

کو صفر مان لیا جائے تو ہمیں مساوات (۱۸) کی رو سے $\frac{\pi}{\rho} + \text{ا} = \frac{ر^2}{۲ج} + ۰$

لیکن $\frac{\pi}{\rho}$ مساوی ہے ۳۴ فٹ پانی کے ارتفاع کے ∴ ر $= \sqrt{۲ج(\text{ا}+۳۴)}$

اور خ = ق $\sqrt{۲ج(\text{ا}+۳۴)}$ .... (۱۹)

اس لیے زیادہ سے زیادہ اخراج وہ نظری اخراج ہے جو ارتفاع ا کے نیچے تراش ق کے ایک منفذ سے خلا میں ہوتا ہو۔

عملاً زیادہ سے زیادہ اخراج اتنا بڑا نہیں ہو سکتا جتنا کہ یہ۔ وجہ یہ ہے کہ ہوا کے ذرات جو پانی میں معلق ہوتے ہیں آزاد ہو جاتے ہیں اور قبل اس کے کہ ج پر کا دباؤ صفر تک گر جائے بہاؤ کے تسلسل کو روک دینگے۔

استوانہ نما اور مستدق مہنالوں میں اندرونی منفذ پر دفعتہً سمٹاؤ ہوتا ہے اور اس کے ساتھ ہی پھیلاؤ ہوتا ہے جو نلی کو پر کر دیتا ہے اور اس وجہ سے توانائی کا نقصان ہوتا ہے جو رفتار کی قدر کو کم کر دیتا ہے گو نلی کے بیرونی منفذ پر پانی بھرپور چلتا ہے اور سمٹاؤ کی قدر اکائی کے مساوی ہوتی ہے۔

مثال (۱۵)۔ ایک متسع مخروطی مہنال کا بیرونی رقبہ ۴ مربع انچ ہے۔ سب سے چھوٹی آڑی تراش کا جہاں مہنال کا پانی بھرپور چل سکے نظری رقبہ دریافت کرو جب کہ (۱) پانی کا ارتفاع ۲ فٹ ہو (۲) پانی کا ارتفاع ۱۵ فٹ ہو دیکھو شکل ۲۹۔

(۱) نقطہ د پر رفتار $\sqrt{۲ج \times ۲}$ اور رقبہ ۴ مربع انچ ہے۔

نقطہ ج پر " $\sqrt{۲ج(۲+۳۴)}$ " ق " " "

∴ ق $\sqrt{۲ج \times ۳۶}$ = ۴ $\sqrt{۲ج \times ۲}$ ∴ ق = ۰٫۹۴ مربع انچ

(۲) ق $\sqrt{۲ج \times ۴۹}$ = ۴ $\sqrt{۲ج \times ۱۵}$ ∴ ق = ۲٫۲۱ " "

(۳۴) اندرونی استوانہ نمائی —— اس صورت میں قدر کو نظری طور پر قائم کر سکتے ہیں۔ نلی کو اندر کی طرف اتنے فاصلے تک نکلا ہوا رکھو کہ

پلیٹ

دھار بیرونی منفذ کے باہر صاف جست کر کے نکل آئے۔ تب نقاط ب اور ج پر رفتار (شکل نمبر ۳۰) تقریباً صفر ہوگی اور ان نقاط پر دباؤ ماسکونی دباؤ ہونگے جو ب اور ج کے عمقوں کی وجہ سے پیدا ہوں گے۔ فرض کرو کہ ق، ق١ بالترتیب منفذ اور دھار کے رقبے ہیں اور فرض کرو کہ اس سیال کی کمیت جو ء ہ اور د کی درمیانی فضا میں موجود ہے ایک خفیف وقفہ و کے بعد ء١ ہ١ اور ع کی درمیانی فضا میں منتقل ہو جاتا ہے۔

برتن کے پہلوؤں کے ماسکونی دباؤ سوائے منفذ کے مقابل کے ہر جگہ آپس میں متوازن ہوتے ہیں۔ کرۂ ہوائی کا دباؤ ایسی دھار کی تراشش پر ہوتا ہے جس کا رقبہ منفذ کے رقبہ کے مساوی ہوتا ہے اور پانی کی آزاد سطح پر بھی اپنا عمل کرتا ہے۔ اس لیے اُفقی دباؤ د ا ق ایسا ہے جو بغیر توازن کے ہے۔ وقت و میں اس کا دھکا یعنی د ا ق و مساوی ہونا چاہئے اُس تغیر کے جو متحرک کمیت کے اُفقی معیارِ اثر میں ہو۔ چونکہ حرکت مستقل ہے اس لیے ء١ ہ١ اور د کے درمیان کوئی ایسا تغیر نہیں ہوتا اور ء ہ اور ء١ ہ١ کے درمیان کوئی اُفقی معیارِ اثر نہیں اس لیے تمام تغیر نقاط د اور ع کے درمیان معیارِ اثر میں واقع ہوتا ہے۔

فضا کا حجم = ق١ ر و۔ مائع کی کمیت = $\frac{\text{و ق١ ر و}}{\text{ج}}$

معیارِ اثر = $\frac{\text{و ق١ ر٢ و}}{\text{ج}}$

∴ و ا ق و = $\frac{\text{و ق١ ر٢ و}}{\text{ج}}$ ∴ $\frac{\text{ق١}}{\text{ق}} = \frac{\text{ج د}}{\text{ر٢}} = \frac{\text{ج د}}{\text{٢ ج د}} = \frac{1}{2}$

لیکن $\frac{\text{ق١}}{\text{ق}}$ = س١ اس لیے رگڑ کو نظر انداز کرتے ہوئے س١ = ۰٫۵

بہترین تجربوں سے س١ = ۰٫۵۲ حاصل ہوتا ہے۔

باب سوم پر مثالیں

(۱) ایک منفذ کی لمبائی ۲' ۶" اور گہرائی ۶" ہے اگر اس کے اوپر کا کنارہ پانی کی سطح کے ۴' نیچے ہو تو مکعب فٹ فی دقیقہ میں اس منفذ کا اخراج معلوم کرو (کلیہ ۱۸۸۵ء) جواب ۳۱۸ مکعب فٹ۔

(۲) اگر ایک ایسے حوض کے پہلو میں جس میں تہ کے اوپر پانی کا مستقل ارتفاع ا ہو ایک مستطیلی کٹھنہ جس کی چوڑائی ل ہو کاٹ دیا جائے تو ثابت کرو کہ نظری اخراج (سمٹاؤ کو نظر انداز کرتے ہوئے) $\frac{۲}{۳}$ ل ا $\sqrt{۲ ج ا}$ ہوگا۔ اور اوسط رفتار $\frac{۲}{۳}\sqrt{۲ ج ا}$ اور اوسط ارتفاع $\frac{۴}{۹}$ ا ہوگا۔ (جامعہ ۱۸۸۳ء)۔

(۳) اگر یہ معلوم ہو جائے کہ ۳۸۱ مکعب فٹ پانی ایک مستطیلی کٹھنہ سے جس کی چوڑائی ۱۰ فٹ اور ارتفاع ۱۰ انچ ہو ۵ ثانیے میں گزارا جا سکتا ہے تو بتاؤ کہ قدر ک کی قیمت کیا ہوگی (جامعہ ۱۸۸۶ء)۔ جواب ۶۳ء۔

(۴) ضابطہ ا = س $\sqrt[۳]{\left(\frac{خ}{ل}\right)^۲}$ میں قدر س کی قیمت دریافت کرو جب کہ خ حقیقی اخراج مکعب فٹ فی ثانیہ ہے اور ایک پتلی تختی کے مستطیلی کٹھنہ سے ہوتا ہے۔ ل فٹوں میں کٹھنہ کا طول ہے اور ا کٹھنہ کے اوج کے اوپر ساکن پانی کا ارتفاع انچوں میں ہے (جامعہ ۱۸۸۷ء)۔ جواب ۴٫۵۔

(۵) یہ مان کر کہ پانی کی اوسط رفتار جب کہ پانی ایک ایسے مستطیلی خانہ سے خارج ہو رہا ہو جو ایک خزانۂ آب کے انتصابی پہلو میں واقع ہے تہ کی رفتار کی $\frac{۲}{۳}$ گنی ہے تو ایک ایسے ڈوبے ہوئے کٹھنہ کے اوپر اخراج کے لیے ضابطہ دریافت کرو جب کہ پانی سطحی رفتار ر سے پہنچتا ہے۔ (جامعہ ۱۸۸۸ء)۔

(۶) مندرجۂ ذیل اصطلاحوں کی تشریح کرو:— آمد کا ارتفاع، آمد کی رفتار، اور یہ بھی بتاؤ کہ آمد کی رفتار سے ایک مستطیلی کٹھنہ سے اخراج کے جملہ میں کیا تبدیلی ہوتی ہے۔ (کلیہ ۱۸۸۴ء)۔

(۷)(ا) ایک پتلی تختی کے ایک مستطیل منفذ میں جس کا عرض ۲ فٹ اور

بلندی ۳ فٹ دونوں طرف پانی کی سطحیں منفذ کے نچلے کنارے کے اوپر بالترتیب ۳ فٹ ۹ انچ اور ۴ فٹ ۳ انچ ہیں۔ اخراج کا تخمینہ کرو۔
جواب ۴۲٫۴ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(ب) اگر پانی کی رفتارِ آمد ۵ فٹ فی ثانیہ ہو تو بتاؤ کہ اخراج میں کتنی زیادتی ہو جائیگی۔ جواب۔ ۱۴٫۲ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(ج) اُس صورت میں اخراج کا اندازہ لگاؤ جب کہ پانی کی بلندیاں بالترتیب ۲ فٹ ۹ انچ اور ۲ فٹ ۶ انچ پر ہیں اور رفتارِ آمد کچھ نہ ہو۔
جواب۔ ۲۶٫۶ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(۸) ایک کٹھنہ قائمۃ الزاویہ مثلث کی شکل کا ہے۔ اس کے اخراج کا تخمینہ لگاؤ جب کہ کٹھنہ کی چوڑائی پانی کی سطح پر ۱۵ انچ ہو۔ جواب ۔ ۰٫۸۷ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(۹) کلیۂ برنولی[1] کو ثابت کرو۔ اس سے یہ بھی ثابت کرو کہ موثر ارتفاع جو ایک ایسے ریلوے پشتہ کی آب راہ (Waterway) میں سے پانی کو خارج کرتا ہے جو ایک تالاب پر بنایا گیا ہے وہ فرق ہے جو پشتہ کی دونوں طرف پانی کی سطحوں کے لیول کے درمیان ہے (جامعہ ۱۸۹۱ء)۔

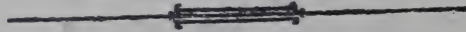
(۱۰) ایک آہنی چادر کے حوض میں جس کی چادر $\frac{3}{8}$ انچ موٹی ہے ایک طرف ایک قائم الزاویہ مثلثی کٹھنہ ہے جس کا راس اوپر وار ہو اور جس کا افقی قاعدہ ۱ فٹ چوڑا، پانی کی سطح کے نیچے ۴ فٹ ۴ انچ پر واقع ہے۔ اور دوسری دونوں طرف مستدیر منفذ ہیں جن کا قطر ۶ انچ اور جن کے مرکز ۹ فٹ پانی کی سطح کے نیچے ہیں۔ ان میں سے ایک کی بیرونی طرف ایک نلی جس کی لمبائی ایک فٹ اور اندرونی قطر ۶ انچ ہے لگادی گئی ہے اور دوسرے کی اندرونی طرف ایک ایسی ہی نلی لگادی گئی ہے۔ ہر سوراخ سے کتنا کتنا اخراج ہوگا۔ حوض میں پانی کی بلندی کو مستقل رکھنے کے لیے کس قدر پانی کی مقدار

[1] Bernoulli

ضروری ہوگی؟ (جامعہ ۱۸۹۳ء)۔ جواب (۱) ۲٫۵۲ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(۲) ۳٫۸۷ " " "

(۳) ۲٫۴۵ " " "

(۴) ۸٫۸۵ " " "

باب چہارم

سُوراخوں اور کٹنوں سے اخراج کی عملی صورتیں

مضامین

(۳۹) جو کچھ پہلے بابوں میں بیان کیا جا چکا ہے اس سے ہم اُن تمام عملی صورتوں کے متعلق جو عموماً پیش آتی رہتی ہیں بحث کر سکتے ہیں۔ مشکل صرف یہ ہوتی

ہے کہ کونسی موزوں قدر تجویز کی جائے۔ پتلی تختی سے اخراج کی قدر یقیناً کچھ صحت کے ساتھ معلوم ہے۔ لیکن سوائے چھوٹی ندیوں کے اخراج کی پیمایش کے اور تمام اخراج عملاً ایسے پختہ کاموں میں سے گذرتے رہتے ہیں جن کی تعمیر متفرق قسم کی ہوتی ہے اور اس لیے یہ ناممکن ہوجاتا ہے کہ ایسی قدروں کا تعین ہوسکے جو ہمیشہ ایک ہی قسم کے کام کے لیے موزوں ہوں۔ پلیٹ ۴

(۳۰) تالاب کی نکاس چادریں —— کسی تالاب کی بچت نکاسی چادر، نکاس چادر یا کالنگولا[1] سب میں ایک پختہ دیوار ہوتی ہے جو بند کے طول کے ایک حصہ میں تعمیر کی جاتی ہے لیکن یہ اس بند سے بہت پست لیول پر ہوتی ہیں۔ دیوار کا رُوکار چوٹی پر اُفقی ہوتا ہے۔ اور یہ پختہ دیوار سروں پر انتصابی پہلو دیواروں سے محدود ہوتی ہے جو بند کے مٹی کے کام کو سہارے رہتی ہیں۔ چادر کا اوپر کا حصہ یعنی چوٹی $\frac{1}{2}$ ۱ فٹ سے ۳ فٹ تک چوڑی ہوتی ہے اور عموماً تالاب کی طرف سے نسبتی قدر چڑھواں ڈھال کی ہوتی ہے۔ چادر کی چوٹی کی سطح کو پُر تالاب لیول کی سطح کہتے ہیں اور اُسے یوں ظاہر کرتے ہیں (پ۔ت۔ل) چادر اس قدر طول کی بنائی جاتی ہے کہ وہ تالاب کی زیادہ سے زیادہ درآمد کو بھی چادر کی چوٹی پر ایک معینہ عمق رکھ کر خارج کرسکے۔ چادر پر یہ عمق یا ارتفاع بالعموم ۲ سے ۴ فٹ تک ہوتا ہے اور اس ارتفاع پر سطحی لیول کو اعظم آبی لیول کہتے ہیں اور اُسے یوں ظاہر کرتے ہیں (ا'ا'ل) بند کی اونچائی پانی کے اعظم آبی لیول (ا'ا'ل) کے اوپر ۳ فٹ سے کم نہیں ہوتی۔ تالاب کے پانی کی درآمد کا تعین اُس کے فراھمی بجرے یا پن بہاؤ رقبہ سے کیا جاتا ہے۔ اور اُس اعظم بارش کے ذریعہ ہوتا ہے جس کو مشاہدہ یہ بتاتا ہو کہ ایک معینہ وقت مثلاً ۲۴ گھنٹے میں اس رقبہ پر یہ بارش ہوسکتی ہے۔ اس بارش کی ایک خاص مقدار جس کا انحصار مٹی (Soil) کی نوعیت اور زمین کے ڈھال پر ہوتا ہے تالاب میں بہ جائیگی اور اگر یہ مان لیا جائے کہ بارش کے شروع ہونے کے وقت تالاب بھرا ہوا ہو تو یہی وہ اعظم اخراج ہوگا

[1] Kalingula

پلیٹ ۴

جسے ایک معینہ ارتفاع کے تحت چادر پر سے گزرنا چاہیے۔ چونکہ سب سے زیادہ بارش جزوی طور پر ہوتی ہے اس لیے اخراج جو مقرر کیا جاتا ہے وہ فراہمی مجرے کے رقبہ کے ساتھ بالراست متناسب نہیں ہوتا۔ عموماً جنوبی ہندوستان میں رایوز (Ryues) کا امتحانی ضابطہ خ = س م $^{\frac{2}{3}}$ مستعمل ہوتا ہے جہاں م مربع میلوں میں مجرے کا رقبہ ہے اور س مقامی قدر ہے جس کی قیمت ۴۵۰ سے ۶۵۰ تک ہوتی ہے۔ ڈکنس (Dickens) کا ضابطہ خ = س × م $^{\frac{3}{4}}$ بھی بعض اوقات استعمال کیا جاتا ہے۔

تالاب کی چادر کا اخراج وہ ہوتا ہے جو ایک مستطیلی کٹھنہ سے ہو۔ یعنی خ = $\frac{2}{3}$ س ل ا $\sqrt{۲ ج ا}$۔ سطح آب چادر کے اوپر تھوڑے فاصلہ تک چادر کی جانب گرتی ہے اس لیے ارتفاع کی پیمائش ساکن پانی کی سطح سے کرنی چاہیے۔ اس لیے ایک انتصابی پیمانہ پہلو دیوار سے چسپاں کر دی جاتی ہے۔ جس کا فاصلہ دیوار کی چوٹی کے سامنے کے رخ سے اگر دیکھا جائے تو چند فٹ ہوتا ہے۔ ابھی تک قدر س کی قیمت کافی صحت کے ساتھ نہیں حاصل کی گئی ہے۔ اس کا تغیر ارتفاع کے ساتھ چادر کی چوٹی کے طول اور اس کی موٹائی اور چادر کے سامنے کے پانی کی گہرائی کے ساتھ متناسب ہوتا ہے۔ ایک نیلے کنارہ کے لیے س کی قیمت کی تبدیلی تقریباً ۶۶ء سے ۵۹ء تک ہوتی ہے جس کا انحصار طول اور ارتفاع کی تبدیلیوں پر ہوتا ہے۔ کاسٹل (Castel) اور بلیک ول (Blackwell) کے جوڑنالوں[1] اور چوڑی چوٹی کی چادروں کے تجربات سے اوسط قدر کی قیمت بالترتیب ۵۳ء اور ۵۱ء معلوم ہوئی ہے۔ ایسے تجربات صرف چھوٹے پیمانہ پر کیے گئے تھے اور بظاہر یہ ممکن ہے کہ تالابوں اور دریاؤں کی بڑی بڑی چادروں کے لیے قدروں کی قیمتیں زیادہ ہوتی ہوں۔ پروفیسر اَنوِن[2] (Unwin) نے نظریہ کی رو سے ۵۷ء یا $\frac{1}{۲}$ قیمت تجویز کی ہے اور یہی قیمت آیندہ مثالوں میں استعمال کی جائیگی۔

---

[1] کاسٹل کے "جوڑنالے" وہ مختصر نالے یا آب انداز تھے جن کی تراش کٹھنہ کے برابر تھی اور جو کٹھنہ کے باہر بنا دیے گئے تھے۔

[2] انسائیکلوپیڈیا برٹانیکا، نواں ایڈیشن، مضمون ماسیکانیات۔

پلیٹ ۴

یہ قیمت لاول (Lowall) کے ماقوائی تجربات کے نتائج سے بخوبی ملتی جلتی ہے (دیکھو نوٹ دفعہ ۴۱)۔ اس طرح پر ضابطہ کی شکل یہ ہوجاتی ہے :-

$$\text{خ} = \frac{۲}{۳} \times \frac{۱}{۱٫۷۳} \times ۸\ \text{ل}\ \text{ا}^{\frac{۳}{۲}} = ۳٫۱\ \text{ل}\ \text{ا}^{\frac{۳}{۲}} \quad ......(۲۰)$$

مثال (۱۶)۔ ایک چھوٹے سے فراہمی مجرے کے ہر مربع میل کے لیے ایک تالاب کی چادر کا کیا طول ہونا چاہیے تاکہ ایک انچ فی گھنٹہ نزولِ باراں کو جس کا ۶۰ فی صد تالاب میں پہونچتا ہو گذار سکے۔ اس میں یہ فرض کرلیا گیا ہے کہ تالاب بھرا ہوا ہے اور ہر ایک مربع میل سے آبی رسد یکساں آتی ہے اور چادر کی چوٹی پر ساکن پانی کی بلندی ۴ فٹ ہے (جامعہ ۱۸۸۸ء)۔

بارش فی مربع میل فی گھنٹہ $= ۵۲۸۰ \times ۵۲۸۰ \times \frac{۱}{۱۲}$ مکعب فٹ۔

$$\therefore \text{فراہمی مجرے کے فی مربع میل کا اخراج فی ثانیہ} = \left(\frac{۶۰}{۱۰۰}\right) \frac{(۵۲۸۰)^۲}{(۶۰)^۲ \times ۱۲}$$

$= ۳۸۷٫۲$ مکعب فٹ

$\text{خ} = ۳٫۱\ \text{ل}\ \text{ا}^{\frac{۳}{۲}}$ یہاں $\text{خ} = ۳۸۷٫۲$، اور $\text{ا} = ۴$ فٹ $\therefore \text{ل} = ۱۵٫۷$ فٹ

پس اگر پن بہاؤ رقبہ ۱۰ مربع میل ہو تو چادر کا طول ۱۵۷ فٹ ہوگا۔

(۴۲) چوڑی ڈھلواں چوٹیوں کی چادریں

فرض کرو کہ چادر کی چوٹی (شکل ۳۱) گول کردی گئی ہے تاکہ سمتاؤ دب جائے۔ اگر چوٹی پر مجموعی ارتفاع ا ہو جس کی پیمایش چوٹی کے مرکز کے ساکن پانی کی سطح تک کی گئی ہو۔ اور ب ج کوئی ایسا ریشہ ہو جو ساکن پانی سے چوٹی کے مرکز تک پہنچتا ہو، اور $\text{ا}_۱$، $\text{ا}_۲$ نقاط ب اور ج پر ارتفاع ہوں، اور چادر کے مرکز پر پانی کا ارتفاع لا ہو، اور ج پر پانی کی گہرائی ظ ہو تو،

نقطہ ب پر، ارتفاع $\text{ا}_۱$، دباؤ $\text{ا}_۱$، اور رفتار صفر ہے۔

نقطہ ج پر، 〃 $\text{ا}_۲$، 〃 ظ 〃 〃 〃 ہے۔

پلیٹ ۴

$$\therefore \frac{ر^۲}{۲ج} + \frac{وظ}{و} - ا_۲ = ۰ + \frac{و_۱}{و} - ا_۱$$

$$\therefore \frac{ر^۲}{۲ج} = ا_۲ - ظ = ا - لا$$

$\therefore ر = \sqrt{۲ج(ا - لا)}$ اس لیے اگر ل چادر کا طول ہو تو

$$خ = ل لا \sqrt{۲ج(ا - لا)}$$

اگر لا = ۰ تو خ = ۰ اور اگر لا = ا تو خ = ۰۔ اس لیے صفر اور ا لا کی ایک خاص قیمت کے لیے خ کی اعظم قیمت ہوگی۔

$$خ = ل \sqrt{۲ج} \left\{ لا (ا - لا)^{\frac{۱}{۲}} \right\}$$

$$\frac{فخ}{فلا} = ل \sqrt{۲ج} \left\{ -\frac{لا}{۲\sqrt{ا - لا}} + \sqrt{ا - لا} \right\} = ۰$$

$$\therefore -لا + ۲(ا - لا) = ۰$$

$$\therefore لا = \frac{۲}{۳} ا$$

اس لیے $خ = \frac{۲}{۳} ل ا \sqrt{۲ج \frac{ا}{۳}} = ۳۸۵ء ۰ ل ا \sqrt{۲ج ا}$ ....(۲۱)

تجربہ[۱] سے اصلی اخراج اس اعظم قیمت کے تقریباً مساوی ہوتا ہے۔ چادر کا معمولی ضابطہ $خ = \frac{۲}{۳} س ل ا \sqrt{۲ج ا}$ اس لیے چوڑی چوٹی کی چادروں کے لیے س کی قیمت تقریباً $\frac{۳}{۲} \times ۳۸۵ء = ۵۷۷ء = \frac{۱}{\sqrt{۳}}$ کے برابر ہوگی۔

[۱] لاول کے تجربوں سے س = ۵۹۳ء اُن چادروں کے لیے ہے جن کی چوٹیاں ۳ فٹ چوڑی ہوں اور دبے سمٹاؤ ہوں اور آبی ارتفاع ۶ سے ۱۸ انچ تک ہوں۔

پلیٹ ۴

(۴۲) - **تالاب کی غرقاب چادریں** —— اگر چوٹی پست ہو اور پچھلا نالا محدود ہو تو عقبی پانی بعض اوقات چادر کی چوٹی کے اوپر چڑھ جائیگا۔ بہ صورت ایک غرقاب کٹھنہ کی ہو جاتی ہے جس کا اخراج مساوات (۱۷) سے حاصل ہوتا ہے بشرطیکہ منفذ اور کٹھنہ کے کشادہ حصوں کی قدریں ایک ہی ہوں۔ لیکن بڑی چادروں[1] کے مشاہدات سے یہ معلوم ہوا ہے کہ منفذ کے حصہ کی قدر بمقابلہ کٹھنہ کے حصہ کی قدر کے بہت زیادہ ہوتی ہے۔ صحیح معطیات کی عدم موجودگی میں شرح کی قیمتیں بالترتیب ۸ ء اور ۷۷، ۵ ء لی جاسکتی ہیں۔

مثال (۱۷) - ایک چادر کی چوٹی پر پانی کا ارتفاع ۴ فٹ ہے اور عقبی پانی چوٹی کے اوپر ۳ فٹ چڑھا ہوا ہے۔ ہر ۷۷، ۱۵ فٹ طول کے لیے فی ثانیہ اخراج معلوم کرو۔

فرض کرو کہ ع چوٹی پر عقبی پانی کا عمق ہے۔

ا چادر کے اوپر اور نیچے پانی کی سطحوں کے لیول کا درمیانی فرق ہے۔

$$\text{نب } خ = \frac{۲}{۳} \text{ س}_۱ \text{ ل ا } \sqrt{۲ \text{ ج ا}}$$

$$خ = \text{س}_۲ \text{ ل ع } \sqrt{۲ \text{ ج ا}}$$

$$\text{س}_۱ = ۷۷، ۵ ء$$

$$\text{س}_۲ = ۸ ء$$

$$\therefore خ = ۷۷، ۱۵ \times ۸ \left\{ \frac{۲}{۳} \times ۷۷، ۵ ء + ۸ ء \times ۳ \right\} = ۳۵۰ \text{ مکعب فٹ فی ثانیہ}$$

اس نتیجہ کا پچھلی مثال سے مقابلہ کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ چادر کے ہر ۷۷، ۱۵ فٹ کے طول کے لیے نمایاں گراؤ بہ نسبت غرقاب چادر کے ۳۷ مکعب فٹ فی ثانیہ کا زیادہ اخراج کرتا ہے۔

---

[1] پروسیڈنگز انسٹیٹیوشن سیول انجینیرز جلد ۸۵ (سنہ ۸۶-۱۸۸۵ء) (Rhind) اخراج کی شرحوں پر۔

پلیٹ ۴

(۴۳)۔ ناپ چادریں ———— اگر کسی ندی کے اخراج کا اندازہ صحیح طور پر کرنا ہو (مثلاً آبرسانی کے کاموں کے وغیرہ) تو اس کے لیے ایک بند لٹھوں ب اور تختوں ج (شکل ۳۲) کا ندی کے آر پار بنا لیا جاتا ہے اور اس بند کے اندرونی رُخ پر چکنی مٹی کا گلاوا کر دیا جاتا ہے کہ پانی نہ رِس سکے۔ اس چادر میں ایک مناسب جسامت کا کٹھنہ جو عموماً مستطیلی ہوتا ہے اور جس میں سے اخراج گذر سکتا ہو بنا دیا جاتا ہے اور دھات کی $\frac{1}{10}$ انچ موٹی تختی د لگا دی جاتی ہے تاکہ کٹھنہ کی شکل اور اس کے کناروں کی تیزی مستقل طور پر قائم رہے۔ پانی کی گرتی ہوئی چادر کے پیچھے ہوا کی پوری آمد و رفت ہونی چاہیے۔ شکل ۳۲ (ا) نصف ارتفاع قو اور شکل ۳۲ (ب) چادر کی آڑی تراش کو ظاہر کرتی ہے۔ شکل ۳۲ (ج) میں لٹھے اور تختے کی تراش کو بڑا کر کے دکھایا گیا ہے۔ اس سے یہ واضح ہو جائیگا کہ یہ صورت وہ ہے جس میں اخراج ایک مستطیلی کٹھنہ میں سے رفتار آمد سے گزرتا ہے۔ اگر احتیاط کو کام میں لایا جائے اور دھار کی تراش پانی کی اُس تراش کے $\frac{1}{5}$ حصہ سے جو چادر کے اوپر سے بڑھنے نہ پائے تو رفتار آمد کو نظر انداز کر سکتے ہیں۔ ارتفاع کی پیمائش ایک پیمانہ کے ذریعہ ہوتی ہے جسے ایک کٹھے ی پر جس کا نشان صفر کٹھنہ کی چوٹی کے لیول کے ساتھ ٹھیک ہم سطح ہو لگا دیا جاتا ہے۔ لٹھے کو چادر سے ہٹا کر کچھ فاصلہ پر گاڑا جاتا ہے مثلاً ۵ فٹ چھوٹی چادروں کے لیے اور ۲۵ فٹ بڑی چادروں کے لیے تاکہ ساکن پانی کی سطح تک ارتفاع کی پیمائش کا یقین ہو سکے۔

دوسرا ایک اور صحیح طریقہ ھک پنسال کے ذریعہ ہوتا ہے۔ دھات کا ایک تیز نوک دار ہک ایک انتصابی سلاخ کے نیچے لگا دیا جاتا ہے جو آہستہ حرکت کرنے والے پیچ کی مدد سے اوپر اور نیچے حرکت کر سکتا ہے اس کُل آلہ کو ایک لٹھے سے جوڑ دیا جاتا ہے۔ اس سلاخ پر ایک نمابندہ ہوتا ہے جو ہک کی نوک سے اتنی ہی بلندی پر واقع ہوتا ہے جتنا کہ پیمانہ کا صفر کٹھنہ کی چوٹی کی سطح سے اوپر واقع ہو۔ جس وقت مشاہدہ کرنا ہوتا ہے ہک کو پانی کی سطح سے نیچے کر کے آہستہ آہستہ

اُوپر اٹھا لیا جاتا ہے ۔ اور جس لمحہ وہ سطح پر آتا ہے اس کا عکس ہُک کی نوک پر جو پانی کی جھلی آ جاتی ہے اس پر صاف آ جاتا ہے اس وقت پیمانہ پڑھ لیا جاتا ہے ۔ معمولی روشنی میں سطح کے فرق انچ کے سوویں حصہ تک معلوم کیے جا سکتے ہیں ۔

اگر ارتفاع متغیّر ہو تو پیمانہ کو ہر ۱۲ گھنٹے کے وقفے سے پڑھنا چاہیے ۔ اور کسی وقفہ کے درمیان اخراج اِس وقفہ کے ابتدائی اور انتہائی ارتفاعوں کا اوسط لینے سے نکالا جا سکتا ہے ۔ اخراج کی تخمین مساوات (۹) کے ذریعہ کی جا سکتی ہے ۔

خ = ۲/۳ س ل ا^{۳/۲} √(۲ ج) یہاں س = ۶۲ء معمولی ارتفاعوں کے لیے ۔

مثال (۱۸) ۔ ایک مستطیلی کٹھنہ ۱ء۵ فٹ چوڑا ہے اور ساکن پانی کا ارتفاع ۰ء۶۴ فٹ ہے ۔ اخراج فی ثانیہ معلوم کرو ۔

خ = ۲/۳ × ۶۲ء × ۱ء۵ × ۶۴ء × ۸ × ۸ء = ۲ء۵۴ مکعب فٹ فی ثانیہ ۔

اگر زیادہ صحت مطلوب ہو تو فرانسس (Francis) کا ضابطہ جو مساوات (۱۰) میں دیا گیا ہے استعمال کر لیا جائے ۔ ضابطہ یہ ہے :-

خ = ۲/۳ س (ل − ۰ء۲ ا) ا^{۳/۲} √(۲ ج)

اس ضابطہ کی رُو سے اوپر کی مثال میں

خ = ۲/۳ × ۶۲ء { ۱ء۵ − ۰ء۲ × ۶۴ء) ۶۴ء × ۸ × ۸ء = ۲ء۳۲ مکعب فٹ فی ثانیہ ۔

(۴۴) ۔ کُتوے ـــــ کُتوے سے مراد ایک ایسا پختہ بند ہے جو ندی کے آر پار بنایا جاتا ہے اور جس سے پانی کی بلندی کو ایک مناسب بلندی تک اونچا کیا جا سکتا ہے تاکہ خشک موسم میں پانی بذریعہ تجاذب اُن مقامات تک

پلیٹ ۴

پہنچایا جاسکے جہاں بجز اس کے پانی کا پہنچنا ناممکن تھا۔ اس بند سے دریا کے گذرگاہ کی فوری تبدیلیوں میں بھی بہت کچھ تنظیم ہو جاتی ہے اور اس طرح پانی نقطۂ مخرج تک پہنچایا جاسکتا ہے بند کے دونوں انتہائی سروں پر پہلو دیواریں ہوتی ہیں جو دریا کے سیلابی پشتوں کی مٹی کو سنبھالے رہتی ہیں۔ پانی کی جتنی ضرورت ہوتی ہے نہر یا نالے کے ذریعہ سے ایک یا دونوں طرف سے لے لی جاتی ہے ۔ یہ نہر ٹھیک کتوے کے اوپر سے نکالی جاتی ہے دریا کی طرف جو پانی کا راستہ کھلا رکھا جاتا ہے اس پر ایک پختہ مبدا تو م بنا دیا جاتا ہے تاکہ پانی کی آمد پر نظم قائم رہے ۔ اگر نہر میں پوری رسدِ آب کا لیول قائم رکھنا مطلوب ہے اور دریا میں سے پانی نیچے کی طرف بالکل جاری نہ ہو تو کتوے کی چوٹی کا لیول اس ہی لیول پر ہونا چاہیئے بلکہ اس سے ذرا سا اونچا، اس لیے کہ تھوڑا سا ارتفاع، مبدا تو موں میں سے پوری رسد گذارنے کے لیے ضروری ہوتا ہے گو پھاٹک پورے کشادہ ہوں۔ تمام زائد پانی کتوے کے اوپر سے گذر جاتا ہے۔ معمولی موسموں میں زائد مقدارِ آب کا اخراج آمادانہ گراؤ سے ہوتا ہے۔ لیکن طغیانی کے زمانے میں عقبی پانی کتوے کی چوٹی سے اونچا ہو جاتا ہے اور اس کی بالائی طرف پانی کا انبار جمع ہو جاتا ہے جب تک کہ ارتفاع اتنا کافی نہ ہو جائے کہ دریا کے اخراج کو سکڑی ہوئی زائش میں سے گذار دے۔ ہر دو صورتوں میں رفتارِ آمد کو حساب میں شامل کر کے حل کرنا ضروری ہوتا ہے۔

(۵۴) نمایاں گراؤ کے کتوے

—— یہ صورت ایک مستطیلی کھنہ سے رفتارِ آمد کے ساتھ آزادانہ اخراج کی ہے مساوات (۱۴)۔ اگر س = ۰٫۶۵ (یعنی وہ قدر جو چوڑی چوٹی کی چادروں کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔ تو اس سے ہم کو حاصل ہوتا ہے :-

$$خ = ۳٫۱۱ ع \left\{ (ل + ل_و)^{\frac{3}{2}} - ل_و^{\frac{3}{2}} \right\} \quad \ldots\ldots\ldots (۲۲)$$

یہاں $ل_و$ (شکل ۳۳) سے وہ ارتفاع مراد ہے جو رفتارِ آمد[۱] کی وجہ سے ہے۔

---

[۱] ملاحظہ ہو نوٹ دفعہ ۹۲۔

پلیٹ ۴

اس ضابطہ کا خاص فائدہ یہ ہے کہ ل کی دی ہوئی قیمتوں کے لیے دریا کے اخراجوں کے تخمینے پڑتال کر لیے جاتے ہیں۔ دریا کی رفتارِ آمد اس کی اوسط معلومہ رفتار سے کم ہوتی ہے جس کی وجہ یہ ہوتی ہے کہ عین کنٹوے کے اوپر تراشِ آب میں زیادتی ہو جاتی ہے لیکن اس کو ہم مساوات (۴) سے حاصل کر سکتے ہیں۔ ر × ا = ر ا

اگر کنٹوے کی کسی دی ہوئی اونچائی کے لیے ل مطلوب ہو جب کہ اخراج معلوم ہو۔ اور کنٹوے کے اوپر پانی کی بڑھی ہوئی تراش نامعلوم ہو تو تخمین کے ذریعہ حساب کرنا ہوگا۔ پہلے تو رفتارِ آمد کی تقریبی قیمت فرض کرنی ہوگی اور ل کو معلوم کرنا ہوگا۔ پانی کی بڑھی ہوئی تراش جو اس طرح دستیاب ہوگی اُس سے رفتارِ آمد کی قریب تر قیمت نکال لی جائے اور دوبارہ ل کو حل کیا جائے۔ عملی کاموں میں چونکہ کنٹوے کے اوپر دریا کی تہ میں اینٹ وغیرہ جمع ہو جاتی ہے جس سے پانی کی تراش میں کوئی زیادتی نہیں ہوتی۔ رفتارِ آمد کو کنٹوے کے نیچے کی اوسط رفتار کے برابر تصور کر لیتے ہیں۔

مثال (۱۹)۔ ایک دریا جو ۲۰۰ فٹ چوڑا ہے ۵ فٹ گہرائی کے ساتھ ۴ فٹ فی ثانیہ کی اوسط رفتار سے ایک کنٹوے کے اوپر سے جس کی بلندی تہ سے ۶ فٹ ہے گذر کر نمایاں طور پر گر رہا ہے۔ چوٹی کے اوپر پانی کا عمق دریافت کرو۔

خ = (۲۰۰ × ۵) مربع فٹ × ۴ = ۴۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

کنٹوے کے اوپر اضافۂ تراش نامعلوم ہے۔ یہ مان لو کہ اس تراش کا رقبہ تقریباً ۲۰۰ × ۸ یا ۱۶۰۰ مربع فٹ ہے۔

رفتارِ آمد تقریباً (۵ × ۲۰۰)/(۸ × ۲۰۰) × ۴ = ۲٫۵ فٹ فی ثانیہ ہے۔

ل = (۲٫۵)^۲/۶۴ = ۱٫۰ ∴ (ل)^(۳/۲) = ۰٫۰۳ ان قیمتوں کو مساوات (۲۲) میں درج کرنے سے

۴۰۰۰ = ۳٫۱ × ۲۰۰ × {(ل + ۱٫۰)^(۳/۲) − ۰٫۰۳ ی}

پلیٹ ۴

$\therefore$ لوک (ا + ۱) = $\frac{۲}{۳}$ لوک ۵۲۵ ء ۶ = لوک ۴۹ ء ۳

$\therefore$ ا = ۳۹ ء ۳

یہ نتیجہ عملی کاموں کے لیے کافی صحیح ہے ۔ اگر ہم یہ تصور کر لیں کہ دریا میں اٹ جمع نہیں ہوتی ہے تو ا کی قیمت کی صحت مندرجۂ ذیل طریق پر ہوسکتی ہے :-

رفتارِ آمد ہے $\frac{۵}{۸ + ۳۹ ء ۳} \times ۴ = ۸ ء ۱$

$\therefore$ اد = ۰۵ ء ۰ اور (اد)$^{\frac{۳}{۲}}$ = ۰۱ ء ۰

$\therefore$ لوک (ا + ۰۵ ء ۰) = $\frac{۲}{۳}$ لوک ۵۰۵ ء ۶ = لوک ۴۸ ء ۳

$\therefore$ ا = ۴۳ ء ۳

اگر رفتارِ آمد موجود نہ ہوتی تو ضروری ارتفاع ۴۸ ء ۳ فٹ کے مساوی ہوتا۔

(۴۶) **غرقاب کنوے** ـــــــــ یہ صورت ایک غرقاب مستطیلی کٹھنہ کی ہے جس میں رفتارِ آمد موجود ہے ۔ فرض کرو کہ ع (شکل ۳۴) چوٹی پر عقبی پانی کا عمق ہے ، ا حقیقی ارتفاع ، اد ارتفاع بوجہ رفتارِ آمد ، اور خ۱ ، خ۲ بالترتیب ا اور ع کے تحت اخراج ہیں ۔

تب خ۱ = $\frac{۲}{۳}$ س۱ ل $\sqrt{۲ ج}$ $\left\{ (ا + اد)^{\frac{۳}{۲}} - (اد)^{\frac{۳}{۲}} \right\}$

خ۲ = س۲ ل ع $\sqrt{۲ ج (ا + اد)}$

یہاں ہم کو قدروں کی قیمتیں پوری طرح معلوم نہیں ہیں ۔ لیکن اس میں شک نہیں کہ کٹھنہ والے حصہ میں پانی کی سطح کے ڈھال سے اور تومی حصہ میں تمثاؤ کی مقابلۃً عدم موجودگی سے س۲ بہ نسبت س۱ کے بہت زیادہ ہوتا ہے ۔ اُن وجوہ کی بنا پر جن کا ذکر فقرہ (۴۲) میں

ہو چکا ہے غرقاب تالابی چادروں کے لیے مقررہ قدر مثلاً $س_۱$ = ۰٫۶۵ ‘ $س_۲$ = ۰٫۸ ؛ یہاں استعمال کیے جائینگے اور پھر ہمیں ذیل کی مساوات حاصل ہوگی۔

$$خ = ل \left[۳٫۱ \left\{ (ا + ل_۰)^{\frac{۳}{۲}} - (ل_۰)^{\frac{۳}{۲}} \right\} + ۴٫۶ \, س_۲ \, ع \, (ا + ل_۰)^{\frac{۱}{۲}} \right] \quad (۲۳)$$

اگر کنوا موجود نہ ہوتا یعنے ا بہ نسبت ع کے بہت ہی خفیف واقع ہوتو قدر ظاہر ہے کہ اکائی کے مساوی ہوگی۔ اگر نمایاں گراؤ کی صورت ہو یعنے ع بہ نسبت ا کے بہت ہی کم ہو تو قدر تقریباً ۰٫۶۵ کے مساوی ہوگی۔ پس ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ پورے اخراج $خ_۱ + خ_۲$ کے لیے اوسط قدر انھیں حدود کے درمیان بدلتی رہیگی۔ اور نسبت ا : ع کی کمی کے ساتھ اس کی قیمت بڑھتی جائیگی۔ اس نتیجہ سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ ضابطہ میں خامیاں ہیں۔ لیکن باوجود اس کے یہ یقینی بات ہے کہ معمولی حالات میں مساوات (۲۳) سے اچھے نتائج حاصل ہو سکتے ہیں۔

مساوات (۲۳) کا بڑا فائدہ معلوم اعظم سیلاب کے اخراج کے ارتفاع ا کا تعین کرنا ہوتا ہے۔ اعظم اخراج کا تخمینہ فراہمی مجرے پر بارش کے مشاہدے سے کیا جاتا ہے اور اس کی پڑتال رفتار اور دریا کی آڑی تراشش سے کی جاتی ہے۔ ضابطہ سے جو ا کی قیمت حاصل ہوتی ہے وہ اس اعظم عمق میں جمع کر دی جاتی ہے جس پر دریا بہتا ہو اور اس عمق سے پہلو دیواروں، مبدا توموں اور سیلابی پشتوں کی اونچائی مقرر کی جاسکتی ہے اور اس طرح سیلاب کے اوپر سے گذر جانے کا خطرہ نہیں رہتا۔ ایسی صورت میں کنوے پر کی آبی تراشش کی زیادتی نامعلوم ہوتی ہے اور $ل_۰$ کو تقریبی اندازہ سے معلوم کیا جاتا ہے۔

دوسرے معاملات مساوات (۲۳) سے حل ہو سکتے ہیں۔ مثلاً (ا) ع اور ا کی معلومہ قیمتوں کے حساب سے سیلاب کے اخراج کی مقدار (ب) کس بلندی تک کنوے کی تعمیر ہونی چاہیئے تاکہ پانی کو ایک دی ہوئی مقدار کے موافق اونچا کیا جائے جب کہ دریا ایک دی ہوئی گہرائی سے بہ رہا ہے۔ آخرالذکر حالت میں ہم ع کے لیے مساوات کو حل کرتے ہیں۔

پلیٹ ۴

ع اور دریا کی گہرائی کے درمیانی فرق سے ہمیں کنوتے کی بلندی حاصل ہوجاتی ہے۔

مثال (۲۰) ایک دریا کے اعظم سیلاب کے اخراج کا تخمینہ پچاس لاکھ مکعب گز فی گھنٹہ ہے جب کہ اوسط رفتار ۵۰۰ فٹ فی منٹ ہے۔ دریا کے آر پار ایک کنوا تیار کرنا ہے جس کا طول ۴۵۰ فٹ ہو اور چوٹی دریا کی تہ کے اوپر $\frac{1}{2}$۴ فٹ ہو۔ پہلو دیواروں اور مبداتوم کی کیا بلندی ہونی چاہیے تاکہ ان کی چوٹیوں سے تین فٹ تک اعظم طغیانی کا پانی چڑھنے نہ پائے۔

$$\text{خ} = \text{ل}\left[۳٫۱ \left\{ (\text{ک} + \text{ک}_\text{و})^{\frac{۳}{۲}} - \text{ک}_\text{و}^{\frac{۳}{۲}} \right\} + ۴٫۶ \,\text{ع}\, (\text{ک} + \text{ک}_\text{و})^{\frac{۱}{۲}} \right]$$

یہاں خ $= \frac{۲۷ \times ۵۰۰۰۰۰۰}{۶۰ \times ۶۰} =$ ۳۷۵۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

$$\text{ر} = \frac{۵۰۰}{۶۰}$$

رقبہ $= \text{ق} = \frac{\text{خ}}{\text{ر}} =$ ۴۵۰۰ مربع فٹ

اوسط عمق $= \frac{\text{ق}}{\text{ل}} =$ ۱۰ فٹ

ع $= (۱۰ - ۴٫۵) =$ ۵٫۵ فٹ

رفتارِ آمد کو اوسط رفتار کے مساوی لینے سے

$$\text{ک}_\text{و} = \frac{۲(۸٫۳۳)}{۶۴} = ۱٫۰۸$$

$$\therefore (\text{ک}_\text{و})^{\frac{۳}{۲}} = ۱٫۱۲$$

فرض کرو کہ $\sqrt{\text{ک} + ۱٫۰۸} = \text{لا}$

$$۳۷۵۰۰ = ۴۵۰ \left[۳٫۱ (\text{لا}^۳ - ۱٫۱۲) + ۴٫۶ \times ۵٫۵ \,\text{لا} \right]$$

$$\therefore \text{لا}^۳ + ۸٫۱۱ \,\text{لا} = ۲۸$$

پلیٹ ۴

یہ مان کر کہ لا = ۲، تو ۸ + ۲۲٫۶ = ۳۰٫۶

〃 لا = ۱٫۹ تو ۶٫۸۶ + ۲۱٫۴۷ = ۲۸٫۳

∴ لا = ۱٫۹ ∴ د + ۱٫۰۸ = (۱٫۹)^۲ = ۳٫۶۱، ∴ د = ۲٫۵۳

∴ پہلو دیواروں کی چوٹی ۳ + ۲٫۵۳ + ۵٫۵ یعنی ۱۱ فٹ کنوے کی چوٹی پر ہونی چاہیے۔

مثال (۲۱)۔ ایک کنوا جس کی لمبائی ۱۵۰۰ فٹ ہو ایک دریا کے آرپار تعمیر کرنا مقصود ہے۔ مبدا توم کے فرش کی سطح پر نہر کی پوری رسد کا عمق ۷٫۰ فٹ ہے۔ اور توم کے دہنوں کا رقبہ ایسا ہے کہ ۶ انچ کا ارتفاع اس دی ہوئی رسد کے چلانے کے لیے درکار ہوتا ہے۔ دریا کے پانی کی طبعی تراش ۷۵۰۰ مربع فٹ ہے اور پانی کے طبعی اخراج کا تخمینہ ۳۰۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔ کنوے کی چوٹی کی بلندی، توم کے فرش کی سطح کے اوپر کتنی ہونی چاہیے جب کہ فرش دریا کی تہ پر رکھا جائے۔

ندی کی اوسط گہرائی = ق/ل = ۷۵۰۰/۱۵۰۰ = ۵ فٹ

پانی کی سطح (۷٫۰ − ۵٫۰) + ۰٫۵ یعنی ۲٫۵ فٹ اونچی کی جانی چاہیے۔

خ = ل [۳٫۱ { (د + دو)^(۳/۲) − دو^(۳/۲) } + ۴٫۶ ع (د + دو)^(۱/۲)]

یہاں خ = ۳۰۰۰۰، ل = ۱۵۰۰، د = ۲٫۵ فٹ

اگر رفتارِ آمد کو اوسط رفتار کے مساوی تصور کر لیا جائے یعنی مساوی خ/ق = ۴،

تو دو = (۴)^۲/۶۴ = ۰٫۲۵

۳۰۰۰۰ = ۱۵۰۰ [۳٫۱ { (۲٫۷۵)^(۳/۲) − (۰٫۲۵)^(۳/۲) } + ۴٫۶ ع (۲٫۷۵)^(۱/۲)]

∴ ۲۰ = ۳٫۱ (۴٫۵۶ − ۰٫۱۳) + ۴٫۶ ع × ۱٫۶۶

∴ ع = ۰٫۶

پلیٹ ۴

لہٰذا چوٹی کی بلندی توم کے فرش کی سطح سے (۱۰٫۵ − ۶٫۰۶) = ۴٫۴۴ فٹ ہوگی۔
اگر ع کی قیمت منفی ہو تو اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ کتوے کی چوٹی عقبی پانی کے اوپر ہونی چاہیے۔ ایسی صورت کے لیے مساوات (۲۲) کو جو نمایاں گراؤ کے لیے ہے ل کی قیمت معلوم کرنے کے لیے حل کرنا چاہیے۔ تب ۵٫۷ − ل توم کے فرش سے کتوے کی بلندی کو تعبیر کریگی۔

مثال (۲۲)۔ ایک ندی کی گہرائی ۳ فٹ ہے اور اُس کی اوسط رفتار ۱۲ فٹ فی ثانیہ ہے۔ ایک ایسے کتوے کی بلندی کیا ہونی چاہیے جسکے ذریعہ پانی کو ۶ فٹ اونچا کیا جا سکے اس میں یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ ندی کی تہ میں کتوے کی بالائی سمت پر اَٹ (Silt) جم جاتی ہے اس طرح کہ پانی کی گہرائی ۶ فٹ ہو جائے۔

دیے ہوئے اعداد سے یہ ظاہر ہے کہ چوٹی کی سطح عقبی پانی کی سطح سے اونچی ہوگی۔ یعنے کتوے پر نمایاں گراؤ ہوگا۔

$$\text{خ} = \frac{۲}{۳}\,\text{س}\,\text{ل}\,\sqrt{۲\text{ج}}\left\{(\text{ل} + \text{ل}_\text{و})^{\frac{۳}{۲}} - \text{ل}_\text{و}^{\frac{۳}{۲}}\right\}،$$

یہاں $\text{خ} = \text{ق ر} = ۳\,\text{ل} \times ۱۲$، $\text{ر}_\text{و} = \frac{۳}{۶} \times ۱۲ = ۶$ فٹ فی ثانیہ۔

$$\therefore\ \text{ل}_\text{و} = ۰٫۵۶$$

$$۳\,\text{ل} \times ۱۲ = \frac{۲}{۳}\sqrt{۳۲}\,\text{ل} \times ۰٫۸\left\{(\text{ل} + ۰٫۵۶)^{\frac{۳}{۲}} - (۰٫۵۶)^{\frac{۳}{۲}}\right\}$$

$$\therefore\ ۱۱٫۶۹ = (\text{ل} + ۰٫۵۶)^{\frac{۳}{۲}} - ۰٫۴۲$$

$$\therefore\ (\text{ل} + ۰٫۵۶) = (۱۲٫۱۱)^{\frac{۲}{۳}} = ۵٫۲۷$$

$$\therefore\ \text{ل} = ۴٫۷۱ \text{ فٹ}۔$$

کتوے کی بلندی = ۶٫۰ + ۳٫۰ − ۴٫۷ = ۴٫۳ فٹ

(۴۷)۔ توم یا آبگیر — توم کی ساخت کئی طرح کی ہوتی ہے۔

پلیٹ ۴

مبدا توم نہروں میں پانی کی آمد پر باقاعدگی رکھنے کے لیے اور کٹنوؤں کے زیر توم نہر کے مدخل کے سامنے سے آٹ کو کاٹنے کے لیے کام آتے ہیں یہ سوراخ عموماً مستطیلی شکل کے ہوتے ہیں۔ ان کی چوڑائی ۳ سے ۶ فٹ تک ہوتی ہے اور ایسے انتصابی تختوں سے بند ہوتے ہیں جو خانوں میں پھسلتے ہیں۔ توم کے سوراخ یا موکھے جو ان کے اصطلاحی نام ہیں' ایک دوسرے سے پایوں (Pairs) کے ذریعے سے جدا جدا ہوتے ہیں جن پر عموماً پن کٹ (Cut-water) بنا دیے جاتے ہیں۔ توم کا فرش بالعموم دریا یا نہر کی تہ کے لیول کے برابر ہوتا ہے اور چونکہ تہ اور بغلیوں کے سمٹاؤ ایک بڑی حد تک دب جاتے ہیں اس لیے عام طور پر قدر کی قیمت ۰،۸ لی جاتی ہے۔ دریا کے پلوں کے کشادہ راستے اور آب راہ جو ریلوے اور تالابوں کے پشتوں میں آر پار بنائے جاتے ہیں یا ان علاقوں میں بنائے جاتے ہیں جہاں سیلاب آتے ہوں تو ان کو ہم مثل توموں کے تصور کر سکتے ہیں جن کے لیے قدر[1] یا تو وہی ہوگی جو توموں کے لیے ہوتی ہے یا اس سے زیادہ ہوگی۔ ان تمام صورتوں میں اخراج پانی کے اندر واقع ہوتا ہے اور توم کے اوپر نیچے جو پانی کی سطح کے لیول ہوتے ہیں ان کے فرق کو بطور ارتفاعِ آب حساب میں لیا جاتا ہے۔

تالاب کے نکاسی توم۔ یہ تالاب کی چادروں میں مستطیلی کشادہ راستے ہوتے ہیں جن سے سیلاب کے پانی کے نکاس میں مدد ملتی ہے یہ انتصابی پھسلواں تختوں سے بند کیے جاتے ہیں۔ ان میں چونکہ پائے اور پن کٹ نہیں ہوتے اس لیے قدر کی قیمت ۰،۶۲ لی جاتی ہے۔ ان توموں (Sluices) میں سے اخراج عموماً ہوا میں آزادی سے ہوا کرتا ہے۔

---

[1] ایسے توموں یا پل کے دہانوں کے لیے جن میں خمدار پن کٹ اور بازو دیواریں ہوں قدر کی قیمت ۰،۹ لی جا سکتی ہے۔ دیکھو پروفیشنل پیپرز۔ آن انڈین انجینیرنگ (Professional papers on Indian Engineering) کی دوسری قسط جلد ۹ میں اپولڈ Appold کے تجربے۔

پلیٹ ۴

پن تالا توموں کا بیان فقرہ ۵۰ میں آگے چل کر دیا جائیگا۔ ان کے لیے بالعموم پن تالا خانہ کی بیتلی دیواروں میں ایسی پلیاں بنادی جاتی ہیں جن کی تراش اپنے موکھوں سے بہت زیادہ ہوتی ہے تاکہ رفتار میں کمی واقع ہوجائے۔ ان کو پھسلواں تختوں سے بند کیا جاتا ہے۔ زیریں توم بعض اوقات کواڑوں میں سوراخ کرکے بنادیے جاتے ہیں اور جو اسی طریقہ سے بند کیے جاتے ہیں جیسے کہ اوپر بیان کیا گیا ہے۔ دونوں صورتوں میں قدر کی قیمت ۶۲ دلی جاتی ہے۔

تالاب کے آبپاشی کے توم - یہ ایسی پلیاں ہوتی ہیں جو بند میں بنادی جاتی ہیں جسامت تقریباً ۲ - ۶ × ۲ - ۶ ہوتی ہے اور ان کی تراش مستطیلی اور اوپر سے محراب دار۔ اس پلیا کا تعلق تالاب سے حسب ذیل طریقوں پر ہوتا ہے:-

(۱) اندرونی سرے پر موکھے کے ذریعے سے جو ایک تختہ سے بند کیا جاتا ہے۔

(۲) توم کی پختہ چنائی میں ایک انتصابی سوراخ کے ذریعہ سے ان کی مسدودی مخروطی ڈاٹوں سے کی جاتی ہے جو افقی پتھروں میں گول ترشے ہوئے سوراخوں میں ٹھیک بیٹھی ہوئی ہوتی ہیں اور یہ افقی پتھر مختلف لیولوں پر چنائی میں بیٹھے ہوئے ہیں۔

اندرونی سرے پر موکھے کا رقبہ بمقابلہ پلیا کی تراش کے کم ہوتا ہے تاکہ پلیا میں رفتار بہت زیادہ نہ ہوجائے۔ ہر ڈاٹ میں ایک ڈنڈا یا بھالا لگادیا جاتا ہے اور مقررہ فصلوں پر اٹھایا جاسکتا ہے تاکہ موکھا پورا یا تھوڑا تھوڑا کھل سکے۔ ڈاٹوں کے سوراخوں کے قطر ۴ سے ۱۲ انچ تک ہوتے ہیں اور ان کی مخروطی شکل ۴ میں ۱ کی سلامی سے ہونی چاہیے۔ تالاب جب بھرا ہوا ہو تو سب سے اوپر کی ڈاٹوں میں سے ایک یا زیادہ اٹھائی جاتی ہیں۔ جوں جوں پانی کم ہوتا جاتا ہے اس سے نیچے کی ڈاٹوں کو کھول سکتے ہیں اور سب سے آخر میں اگر ضرورت پڑے تو تختہ کو اونچا کیا جاسکتا ہے۔ تختہ کے سوراخ کی قدر ۶۲ د. اور ڈاٹوں کے روزنوں کے لیے ۸۰ د. لے سکتے ہیں۔

پلیٹ ۵

مثال (۲۳)۔ ایک ایسی نہر کے منبدا کے لیے حسبِ ذیل لیول دیے ہوئے ہیں جس کی کامل رسد ۶۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔

توم کا فرش ۲۶ء۴۳

نہر کی پوری رسد کا لیول (پ۔ م۔ ل) ۲۶ء۵۱

کنوے کی چوٹی ۵۶ء۵۱

۶ فٹ اونچے اور ۴ فٹ چوڑے موکھوں کی تعداد معلوم کرو جو منبدا توم کے لیے درکار ہوں گے۔

فرض کرو ت یہ تعداد ہے۔

خ = س ق √(۲ ج ل) یہاں خ = ۶۰۰' اور س = ۸ء

ق = ت × ۶ × ۴' اور ل = ۲ء۰

∴ ۶۰۰ = ۸ء × ۲۴ ت × ۸ √(۲ء۰) جس سے ت = ۷

مثال (۲۴)۔ اوپر کی مثال میں اگر کنوے پر ۰ء۱ فٹ پانی بھرا ہوا ہو تو بتاؤ کہ توم کی سل (Sill) سے اوپر کواڑوں Shutters کو کس قدر بلند کرنا ہوگا۔

فرض کرو کہ بلندی لا ہے۔ ق = ۷ × لا × ۴' ل = ۳ء۱۰۔

∴ ۶۰۰ = ۸ء × ۲۸ لا × ۸ √(۳ء۱۰) ∴ لا = ۴ء۱۰ فٹ۔

مثال (۲۵)۔ ایک تالابی آبپاشی توم میں ڈاٹ روزنوں کی قطاریں ہیں۔ ہر قطار میں تین سوراخ ہیں۔ جب ایک قطار پر آبی ارتفاع ۴ فٹ سے کم ہو جاتا ہے تو پانی کی سطح اتنی نیچے ہو جاتی ہے کہ دوسری قطار کی ڈاٹیں نکالی جا سکیں۔ بتاؤ کہ سوراخوں کا قطر کیا ہونا چاہیے کہ جس سے ۴۰۰ ایکڑ دھان بحساب ۱ مکعب فٹ فی ثانیہ فی ۳۰ ایکڑ سیراب ہو جائے[1]۔

خ = س ق √(۲ ج ل) یہاں خ = ۴۰۰/۳۰ = ۱۳٫۳' س = ۰٫۶۰' ل = ۴

[1] نوٹ۔ ۵۰۰۰ ایکڑ یا اس سے بڑے رقبوں کے لیے عموماً ایک مکعب فٹ فی ثانیہ فی ۶۰ ایکڑ لیا جاتا ہے۔

پلیٹ ۴

∴ ۱۳ء۳ = ۰ء۶ ق × ۸ × ۲، اس سے ق = ۱ء۲

اگر قَ سوراخوں کے قطر کی فٹوں میں تعبیر کرتا ہو تو ق = ۴ $\frac{\pi \text{ قَ}^{2}}{4}$ = ۱ء۲،

∴ قَ^{2} = ۱ء۵، ∴ قَ = ۲ء۷ یعنی ۹ انچ قطر والے ڈاٹ روزن درکار ہونگے۔

مثال (۲۶)۔ ایک تالاب کی چادر کے بچت نکاسی توم میں ۸ موکھے ہیں جن میں سے ہر ایک ۴ فٹ چوڑا ہے۔ اگر توم کے فرش پر ۹ فٹ پانی ہو تو بتاؤ کہ اخراج فی ثانیہ کیا ہوگا جب کہ پھاٹک ۵ فٹ اٹھا دیئے جائیں اور اخراج ہوا میں ہو رہا ہو۔

$$\text{خ} = \frac{2}{3}\ \text{س ل}\ \sqrt{2\text{ج}}\ \left(\text{ل}_{1}^{\frac{3}{2}} - \text{ل}_{2}^{\frac{3}{2}}\right)$$

یہاں ل = ۸ × ۴، ل_{1} = ۹، ل_{2} = ۴

∴ خ = $\frac{2}{3} \times \frac{5}{8} \times 32 \times 8\ (27 - 8)$ = ۲۰۲۶ مکعب فٹ فی ثانیہ

(۴۸) پُل کے خانوں کا اخراج

—— اگر توم کے کواڑوں کو پانی کی سطح سے اُوپر پورا اٹھا لیا جائے تو توم کے اوپر اور نیچے پانی کی سطح کے لیولوں میں اتنا فرق باقی رہے گا جو اخراج کی حقیقی رفتار کے لیے کافی ہوگا خواہ یہ کتنی ہی ہو۔ یہ وہ صورت ہے جو ریل کی سڑک کی آب راہوں میں یا اُن میں جو تالابوں کے پشتوں میں بنائی جاتی ہیں یا سیلاب زدہ علاقوں میں بنائی جاتی ہیں پیش آتی رہتی ہے۔ دریا کے پُل کے معمولی کشادہ راستے کی صورت بھی ایسی ہی ہے مگر فرق اتنا ہوتا ہے کہ یہ رفتارِ آمد کی وجہ سے پیچیدہ ہو جاتی ہے۔ اب اس پر ہم غور کرینگے۔

فرض کرو کہ ر رفتارِ آمد ہے (شکل ۳۵)، ر_{1} عمودی تراش ق_{1} پر رفتار ہے یہاں سکڑاؤ سب سے زیادہ ہے، لا حقیقی ارتفاع یا ابھار ہے مجموعی ارتفاع جس سے رفتار ر_{1} پیدا ہوتی ہو $(\text{لا} + \text{ل}_{1})$ ہے۔

پلیٹ ۵

$$\therefore \text{ر} = \sqrt{\text{۲ ج (لا} + \text{ر}_{\text{و}})}$$

$$\text{خ} = \text{س ق}_{\text{ا}} \sqrt{\text{۲ ج (ھ} + \text{ر}_{\text{و}})} \quad \text{.............. (۲۴)}$$

اگر $\text{ر}_{\text{و}}$ کو یعنی ارتفاع بوجہ رفتارِ آمد حل کرنا ہو تو یاد رکھنا چاہیے کہ یہ رفتار دریا کی طبعی رفتار سے کم ہوا کرتی ہے وجہ یہ ہے کہ پل پر پانی کی تراش زیادہ ہوتی ہے۔ فرض کرو کہ ر، ل، ع دریا کی بالترتیب طبعی رفتار، چوڑائی اور عمق ہے تو اس کے متناظر مقداریں $\text{ر}_{\text{و}}$، ل، (ع + لا) پل کے اوپر ہونگی۔ اس لیے

$\text{ر}_{\text{و}} = \frac{\text{ع}}{\text{لا} + \text{ع}}$ ر، پس اگر لا، ر اور $\text{ق}_{\text{ا}}$ کا مشاہدہ کیا جائے تو خ کی تعیین ہوسکتی ہے۔ یہ بات دیکھنے میں آئیگی کہ عملاً $\text{ق}_{\text{ا}}$ پانی کی تراشش کا حقیقی رقبہ ہے اور کوئی سطحی یا تہ کا سمٹاؤ نہیں ہے، اور اگر پن کٹ موجود ہوں تو جانبی سمٹاؤ بہت ضعیف سا واقع ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے قدر کی قیمت زیادہ ہوتی ہے جو ۹ء کے مساوی لی جا سکتی ہے[1]۔

اگر لا نامعلوم مقدار ہے تو ہمیں تخمین کے ذریعہ چلنا ہوگا اس لیے کہ $\text{ر}_{\text{و}}$ میں لا شامل ہے۔ اس کی تشریح ابھار میں جو دفعہ ۴۹ میں درج ہے کی جائے گی۔

اگر کوئی رفتارِ آمد نہ ہو تو ہمارے پاس ہے:۔

$$\text{خ} = \text{س ق}_{\text{ا}} \sqrt{\text{۲ ج لا}} \quad \text{.................. (۲۵)}$$

مثال (۲۶)۔ ریل کی سڑک کا پشتہ پن بہاؤ رقبہ میں سے گذرتا ہے اس کے دونوں طرف کے علاقوں میں سیلاب آگیا ہے۔ پانی کا اخراج ایک ۲۵ فٹ لمبے آب راہ میں سے ہوتا ہے جس کے اوپر اور نیچے کے عمق بالترتیب ۶ فٹ اور ۴ فٹ ہیں۔ اخراج کا تخمینہ کرو۔

[1] موافق حالات میں ۹۵ء لی جا سکتی ہے۔

پلیٹ ۵

خ = ۹٫۷ × (۴ × ۲۵) × ۶۴.۴√ = ۱۰۱۸ مکعب فٹ فی ثانیہ

بعض ماہرین فن پل کے خانے کو ایک غرقاب چادر کا معادل لیتے ہیں۔ اور رقبہ کے قوسی حصہ اور کٹھنہ کے حصہ کے اخراج کو علیحدہ طور پر حل کرتے ہیں۔

اس خیال سے ضابطہ خ = س ل ۲ج لا√ (ع + ۲/۳ لا) مدراس کے محکمۂ آبپاشی میں ایسی آب راہوں کے لیے مستعمل ہوتا ہے جو نالابوں کے پشتوں میں بنائے جاتے ہیں۔ مشاہدہ سے معلوم ہوا ہے کہ پانی کا کم سے کم لیول عام طور پر[1] پل کی زیرین سمت پر ہوتا ہے اس لیے اس سے ظاہر ہے کہ مجموعی اخراج کو کم سے کم رقبہ کی تراش ق میں سے گذرنا لازمی ہے۔ اس تراش میں سے رفتار بہ نسبت اس رفتار کے کبھی نہیں بڑھ سکتی جو حقیقی ارتفاع لا کے سبب سے ہو یا رفتار آمد کی موجودگی کی صورت میں ارتفاع لا + لو کی وجہ سے ہو۔ پس اس کتاب میں جو حل کا طریقہ اختیار کیا گیا ہے وہ اس طریقہ سے بہتر ہے جو ابھی بیان ہو چکا ہے گو موزوں قدروں کے استعمال سے قریب قریب یکساں عددی نتائج حاصل ہو سکتے ہیں۔

(۴۹) **اُبھار** —— کوئی پانی کی رَو جب ایسی روک سے ٹکراتی ہے جس سے اس کی قدرتی تراش میں تنگی واقع ہو تو مزاحمت کے اوپر کی جانب پانی اُبھر جاتا ہے اور جب تک کہ ارتفاع یعنی اُبھار اس قابل نہ ہو جائے کہ وہ مجموعی اخراج کو اس سکڑی تراش میں سے گذار سکے یہی حالت رہتی ہے۔ یہ روک یا تو ایک خاص حد تک اونچی دیوار ہو سکتی ہے جو دریا کے آر پار واقع ہو جیسا کہ ایک کھوتے کی صورت میں ہوتا ہے۔ یا یہ روک ایک سلسلہ ایسی علیحدہ علیحدہ دیواروں کا ہو سکتی ہے جو دریا کے پورے عمق میں مع کشادہ دروں کے مناسب فصلوں پر واقع ہوتی ہیں جیسے پل کے پایوں کی صورت میں ہوتا ہے۔ مساوات (۲۲) یا (۲۳) کو انکے لیے حل کرنے سے اور (۲۴) یا

[1] صرف اس صورت میں جب کہ اُبھار بہت ہی زیادہ ہو۔

پلیٹ ۵

(۲۵) کو لا کے لیے حل کرنے سے اُبھار کا تعین ہو سکتا ہے۔

پُل کے خانوں کی شکل میں اُبھار کو ہم حسبِ ذیل طریقہ پر بالراست معلوم کر سکتے ہیں:—

فرض کرو کہ ل، ع پُل کے نیچے اوسط چوڑائی اور عمق ہے، ل_1 پُل کا خطی آب راہ ہے، اور لا اُبھار ہے (شکل ۳۵ب)

پُل کے نیچے رفتار ر اور پانی کی تراش ل ع ہے۔

" اوپر " ر_0 " " " " ل (ع + لا)۔

کمانوں کے نیچے " ر_1 " " " س ل_1 ع

یہاں س سکڑاؤ کی قدر ہے جسے عموماً ۹۵ء لیا جاتا ہے۔

کمانوں کے نیچے اعظم رفتار، ارتفاع لا + ڈ_0 کی وجہ سے ہو سکتی ہے،

$$\text{یعنی } \text{ر}_1 = \sqrt{2\text{ج}\,(\text{لا} + \text{ڈ}_0)}\ ،\ \therefore \text{لا} = \frac{\text{ر}_1^2 - \text{ر}_0^2}{2\text{ج}}$$

$$\text{لیکن } \text{ر}_1 = \frac{\text{ل}}{\text{س}\,\text{ل}_1}\,\text{ر}\ \text{، اور } \text{ر}_0 = \frac{\text{ع}}{\text{ع} + \text{لا}}\,\text{ر}$$

$$\therefore \text{لا} = \frac{\text{ر}^2}{2\text{ج}} \left\{ \frac{\text{ل}^2}{\text{س}^2\,\text{ل}_1^2} - \frac{\text{ع}^2}{(\text{ع} + \text{لا})^2} \right\} \quad \text{......} \ (۲۶)$$

یہ لا کی ایک تیسرے درجہ کی مکعبی مساوات ہے اور اس کا حل تقریبی عمل سے ہو سکتا ہے اس کی تخمین کے لیے فرض کرو کہ رفتارِ آمد اور پُل کے نیچے کی رفتار آپس میں برابر ہیں یعنی مساوات کی دائیں جانب لا کو نظر انداز کر دو۔ اور پھر س کی قیمت درج کرنے سے ذیل کی مساوات حاصل ہو گی:—

$$\therefore \text{لا} = \frac{\text{ر}^2}{2\text{ج}} \left\{ \frac{1.11\,\text{ل}^2}{\text{ل}_1^2} - 1 \right\} \quad \text{..........} \ (۲۷)$$

یہ ایسا نتیجہ ہے جو بہت سے عملی مقاصد کے لیے کافی صحیح ہے۔ اگر اس سے بھی زیادہ تقرب درکار ہو تو لا کی اس قیمت کو جو مساوات (۲۶) سے معلوم ہوتی ہے درج کرو اور دوبارہ حل کرو۔ اگر ل_1 ایک نامعلوم مقدار ہو تو مساوات (۲۶) کو منتقل کرنے سے

پلیٹ ۵

$$ل_۱ = \frac{ر ل (ع + لا)}{\sqrt{س^۲ ۲ ج لا (ع + لا)^۲ + ر^۲ ع^۲}} \quad ....(۲۸)$$

اگر رفتارِ آمد نہ ہو تو لا = $\frac{ر^۲}{۲ج} = \frac{ر^۲}{۲ج} \left(\frac{ا،ا ل^۲}{ل_۱^۲}\right)$

مثال (۲۸)۔ ایک سات کمانوں کا پل جس کے ایک خانہ کی چوڑائی ۲۰ فٹ ہے ایک ایسی ندی پر تعمیر کیا گیا ہے جس کی اوسط چوڑائی طغیانی کے زمانہ میں ۲۰۰ فٹ ہے، اوسط عمق ۶ فٹ ہے اور اوسط رفتار ۵ فٹ فی ثانیہ ہے۔ بتاؤ کہ اُبھار کیا ہوگا۔

$$لا = \frac{ر^۲}{۲ج} \left(\frac{ا،ا ل^۲}{ل_۱^۲} - ۱\right) = \frac{۲۵}{۶۴} \left\{ ا،ا \times \left(\frac{۲۰۰}{۱۴۰}\right)^۲ - ۱ \right\} = ۴۸،۰ فٹ$$

دوسرے تقرب کے لیے مساوات (۲۶) سے

$$لا = \frac{۲۵}{۶۴} \left\{ ا،ا \times \left(\frac{۲۰۰}{۱۴۰}\right)^۲ - \left(\frac{۶}{۶،۴۸}\right)^۲ \right\} = ۵۴،۰ فٹ$$

(۵۰) **پس آب** ـــــ اگر کسی روک کے پیچھے پانی ساکن ہو تو سطح ب ج (شکل ۳۶) اُفقی ہوگی۔ اور پس آب کی لمبائی یعنی روک سے وہ فاصلہ جہاں تک کہ اُبھار لا کا اثر نمایاں ہو سکتا ہو لا × قم عہ ہوگا جہاں عہ سطحی اُتار ہے۔ لیکن اگر یہ صورت ایک رواں ندی میں ہو تو ج اور ب کے درمیان کوئی سطحی اُتار ایسا نہیں ہوگا کہ جس سے رفتار پیدا ہو سکے اور جو فرکی مزاحمت پر غالب آسکے (دیکھو باب ہفتم)۔ یہ درست ہے کہ روک کے اوپر تراش کا رقبہ بڑھ جانے سے رفتار اور رفتار کے ساتھ مزاحمت دونوں گھٹ جاتے ہیں لیکن پھر بھی کچھ نہ کچھ ارتفاع ضروری ہوتا ہے جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ پانی کی حقیقی سطح د ت ب میں انحنا پیدا ہو جاتا ہے جو پانی کی طبعی سطح کو نقطہ د پر اور اُفقی سطح کو نقطہ ب پر مس کرتا ہے۔ پس کسی تراش ع ف گ پر اُتار ع گ کی ضرورت اس لیے ہوگی کہ وہ طبعی مزاحمت پر غالب آسکے۔ اور ندی کے بغیر رکاوٹ والے حصہ د گ کے طول میں معمولی رفتار

پلیٹ ۵

پیدا کر سکے۔ بحالتِ موجودہ صرف ارتفاع ع ف کی ضرورت ہوتی ہے۔
اگر منحنی ہ ف ب ایک مستدیر قوس ہو تو پس آب کا طول ۲ لا قم عہ ہوگا لیکن
مشاہدہ سے یہ بات ظاہر ہوتی ہے کہ ۵ء۱ لا قم عہ سے عملی مقاصد کے لیے
کافی صحیح نتیجہ حاصل ہوتا ہے بشرطیکہ ندی کی تہ کی چوڑائی اور ڈھال خاصے
اچھے یکساں ہوں۔

مثال (۲۹)۔ ایک ندی جس کی چوڑائی یکساں چلی گئی ہے اُس کی
طبعی گہرائی ۱/۲ ۲ فٹ اور ڈھال ۲ فٹ فی میل ہے۔ پس آب کا طول
معلوم کرو جو ایک ایسی چادر سے پیدا ہوتا ہے جو پانی کی سطح کو ۱/۲ ۳
فٹ اونچا کر دیتی ہے۔

مطلوبہ طول = ۵ء۱ لا قم عہ = $\frac{۳}{۲} \times \frac{۴}{۳} \times \frac{۵۲۸۰}{۲}$ فٹ = ۶ء۲ میل

(۵۱)۔ فاصل چادریں

شہر کی آبرسانی کی صورت میں
رسد کے نالے سے سیلاب کے پانی کو جو اکثر گدلا ہوتا ہے علٰحدہ کرنا اچھا
خیال کیا جاتا ہے۔ جب پانی کی تھوڑی مقدار کا اخراج ہوتا ہے تو وہ
لب ج کے اوپر (شکل ۳۲) سے پلیا د میں گرتی ہے جس کا تعلق رسدی نالے
سے ہوتا ہے۔ سیلاب میں رفتار کی زیادتی سے جو عمق کی زیادتی کے باعث
ہوتی ہے پانی جست کر کے سوراخ کے اوپر سے گذر جاتا ہے۔ اگر یہ
مان لیا جائے کہ تمام ریشوں کی رفتار اُن کی اوسط رفتار کے مساوی
ہے یعنی ر = ۲/۳ م $\sqrt{۲ج ا}$ ہے جو عملی کاموں کے لیے کافی صحیح ہے تو
ہمیں ذیل کی مساوات حاصل ہوتی ہے :-

لا = ۲/۳ م $\sqrt{۲ج ا}$ × و ؛ ما = ج و۲ / ۲ ∴ ما = ۹/۱۶ لا۲ / ا

اس ضابطہ سے ما کی قیمت لا اور ا کی کوئی قیمتیں رکھ کر حاصل ہو جاتی ہے۔

(۵۲)۔ مقیاسے

ہندوستان کے اضلاع آبپاشی میں
رعایا پر کاشت شدہ رقبہ کے مطابق پانی کا محصول لگایا جاتا ہے۔ ایسے ... تو

پلیٹ ۵

پانی حجم کے حساب سے بیچا جاتا ہے اور مقیاسہ وہ آلہ ہے جس سے پانی کی خارج شدہ مقدار ناپی جاسکتی ہے۔ اس میں خاص مشکل رسد کو مستقل رکھنے میں پیدا ہوتی ہے جب کہ ارتفاع متغیر ہو۔

اٹلی کا مقیاسہ ــــ اس میں پانی ایک توم کے ذریعہ داخل کیا جاتا ہے جو صدر نہر سے ایک پختہ ظرف میں جمع ہوتا ہے، اور وہاں سے ایک مستطیلی کٹھنہ میں سے بہ کر مقسم نہر میں چلا جاتا ہے۔ توم کو ہاتھوں کی مدد سے باضابطہ رکھا جاتا ہے اور اس طرح حوض کے اندر کٹھنہ پر تقریباً مستقل ارتفاع قائم رکھ سکتے ہیں۔ چونکہ یہ مقیاسے خود بخود عمل نہیں کرتے اس لیے ناکمل ہوتے ہیں۔

اسپین کا مقیاسہ ــــ اس میں منفذ کا رقبہ ارتفاعِ آب کے مطابق تبدیل ہوتا رہتا ہے اس کی ترکیب یہ ہے کہ ایک مخروطی ڈاٹ کو جس میں ایک ترنڈا لگا ہوا ہوتا ہے ایک گول سوراخ میں لٹکا دیا جاتا ہے۔ اس مستدیر سوراخ کو ایک پختہ کمرہ ب (شکل ۳۸) کے افقی فرش میں بناتے ہیں۔ اور یہ نہر کے پشتہ میں تعمیر ہوتا ہے۔ ایک پیتلی ڈاٹ ج ایک کھوکھلے پیتلی ترنڈے د کے ساتھ جوڑ دی جاتی ہے جو قاعدوں میں انتصابی طور پر کام کرتی ہے۔ پانی ایک چنائی کے چاہ ع میں گرتا ہے جو کمرہ کے نیچے ہوتا ہے۔ اور وہاں سے نہر کے پشتہ میں سے ہوتا ہوا مقسم نہر میں پہنچتا ہے۔ اگر ن سوراخ کا نصف قطر ہو اور لا کسی نقطہ پر ڈاٹ کا نصف قطر دیا ہوا ہو تو پانی کے بہنے کے لیے کھلا ہوا رقبہ = π (ن^2 - لا^2) پس اس طرح

خ = س π (ن^2 - لا^2) $\sqrt{\text{۲ ج ا}}$ جس سے لا کی ترتیب وار قیمتیں ا کی مختلف قیمتوں کے لیے حاصل ہو سکتی ہیں۔ اور ڈاٹ کو ان کے موافق بنایا جاسکتا ہے۔ اسی قسم کے مقیاسہ میں سب سے بڑا نقص یہی ہے کہ اس میں بہت زیادہ اُتار کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس نقص کو جمائیکا (Janaica) کے کارہائے آبرسانی میں اس طرح دور کیا گیا کہ ڈاٹ کو اُفقی حالت میں رکھا ہے اور اس کو کڑیوں کے ذریعہ سے ایک ترنڈے کے ساتھ ملحق کر دیا گیا ہے[1]

[1] ملاحظہ ہو پروسیڈنگز آف انسٹیٹیوشن آف سول انجنیئرز۔ جلد ۶۵ از سنہ ۱۸۸۰ء تا سنہ ۱۸۸۱ء۔

باب چہارم کی مثالیں

(۱) ایک تالاب کا پن بہاؤ رقبہ ۲۰ مربع میل ہے۔ مساوات خ = ۴۵۰ م$^{۳/۴}$ کے ذریعہ اعظم طغیانی کی تخمین کرو اور نکاس چادر کا طول دریافت کرو جس سے اُس اعظم رسد کا اخراج ہو سکے جب کہ چوٹی پر کی گہرائی ۲ $\frac{1}{2}$ فٹ ہو (کلیہ سنہ ۱۸۸۰ء)۔ جواب (۱) ۴۲۵۶ مکعب فٹ ثانیہ (۲) ۷،۴۳ فٹ۔

(۲) ایک تالاب کا پن بہاؤ رقبہ ۴۵ مربع میل ہے اور اسکی ۲۵۰ فٹ لمبی ایک چادر ہے جس پر سے پانی کا گراؤ نمایاں ہے۔ نکاس کی چوٹی پر بند کی اونچائی مطلوب ہے تاکہ طغیانی کے اعظم لیول کے اوپر ۶ فٹ کی گنجایش رہے خ = ۵۰۰ م$^{۲/۳}$ (کلیہ سنہ ۱۸۸۵ء) جواب ۱۰ فٹ۔

(۳) ۱۰۰ فٹ لمبے آزاد گراؤ کی چادر سے ۳ فٹ عمق پر اخراج ہوتا ہے۔ یہ عمق کس قدر بڑھایا جائے اگر چادر کو ۵۰ فٹ تک چھوٹا کر دیا جائے۔ اس کا کتنا طول ہوگا اگر عقبی پانی کے ۱ فٹ چوٹی سے اونچا ہو جانے سے ڈوب جائے اس طرح پر کہ مجموعی گہرائی جس پر کہ بہاؤ ہوتا ہے قائم رہے۔ (جامعہ سنہ ۱۸۸۴ء)۔ جواب (۱) ۷۵،۱ فٹ (۲) ۹۱ فٹ۔

(۴) ۱۰۰ فٹ لمبی غرقاب چادر کی چوٹی پر پانی کی بالائی اور نچلی سطوح علی الترتیب ۶ فٹ اور ۲ فٹ ہیں۔ اور اوسط رفتار آمد ۴ فٹ فی ثانیہ ہے۔ اخراج کی تخمین کرو۔ اور وہ گہرائی دریافت کرو جس سے اتنی ہی مقدار آب بصورت آزاد گراؤ ایک کنوسے سے گذرے جس کا طول وہی ہو اور جس میں رفتارِ آمد نہ ہو۔ (جامعہ سنہ ۱۸۸۳ء)۔ جواب (۱) ۵۳۱۲ مکعب فٹ ثانیہ (۲) ۶،۶ فٹ۔

(۵) ایک چادر (kalingula) کی اوج سے گذرنے والے پانی کی بلندی کو دریافت کرو جس کا طول ۴۰۰ فٹ اور جس کی رفتارِ آمد ۹ فٹ فی ثانیہ ہو۔ جب کہ اخراج ۱۴۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہو (کلیہ سنہ ۱۸۸۵ء)

جواب ۲ء۳ فٹ۔

(۶) پوری طرح سے بیان کرو کہ آبپاشی کی نہر کے اخراج کی پیمایش کس طرح سے ہونی چاہیئے جب کہ نہر کی چوڑائی تقریبًا ۹ فٹ اور گہرائی ۲ فٹ ہو جب کہ نتیجہ بہت صحت کے ساتھ مطلوب ہو۔ (جامعہ ۱۸۷۵ء)۔

(۷) ایک دریا ۱۰۰ فٹ چوڑا اور ۱۰ فٹ گہرا ۴ فٹ فی ثانیہ کی اوسط رفتار سے بہتا ہے۔ اُس کتوے کی بلندی دریافت کرو جس کے ذریعہ پانی ۲ فٹ اونچا ہو جائے۔ جواب ۸ فٹ۔

(۸) ایک دریا کی اوسط رفتار ۸ فٹ فی ثانیہ ہے اور چوڑائی ۳۰۰ فٹ اور گہرائی ۱۰ فٹ ہے اور جس کے کنارے انتصابی ہیں۔ ایک نمایاں گراؤ کے کتوے کے اُوپر بلندی کس قدر ہونی چاہیئے تاکہ پورا اخراج ہو سکے۔

جواب۔ ۸ فٹ۔

(۹) ایک خاص رقبہ جس کا پانی چیبار میں بہ کر جاتا ہے ۱۰۰۰ مربع میل ہے۔ ۸۰۰ فٹ لمبا ایک کتوا اس دریا پر تعمیر کیا گیا ہے۔ اور چوٹی اُس سیلابی سطح کے لیول سے ۳ فٹ نیچے رہتی ہے جو لیول بند کی تعمیر سے پہلے تھا۔ پانی کی رَو کی اوسط رفتار ۸ فٹ فی ثانیہ ہے تو بتاؤ کہ کتوے کے اَوج پر ندی کے پانی کی سطح کا لیول کس قدر بلند جائیگا۔ خ = ۵۶۰ م$^{\frac{2}{3}}$ (کلیہ ۱۸۸۴ء)۔

جواب ۶ء۸ فٹ۔

(۱۰) ایک دریا کا اعظم اخراج سیلاب میں ۶۰۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔ یہ ایک چادر پر سے گذرتا ہے جو ایک ایسے پُل میں بنی ہوئی ہے جس کی ۱۵ کمانیں ہیں اور ہر ایک ۳۲ فٹ خانے کی ہے۔ چادر کی چوٹی پانی کی تہ سے ۹ فٹ اونچی ہے۔ رفتارِ آمد ۸ فٹ فی ثانیہ۔ اگر چادر کے نیچے پیش چادر کی پیمال پر قرأت ۱۵ فٹ ہو تو دریافت کرو کہ سیلاب چوٹی پر کس بلندی تک اونچا ہو گا۔ س$_1$ = ۵۰ء، س$_2$ = ۷۵ء (جامعہ ۱۸۹۲ء)۔ جواب ۱۱ فٹ۔

(۱۱) ایک تالاب کے دو توتم ہیں جو علیحدہ علیحدہ ۱۸۰۰ اور ۱۲۵۰ ایکڑ کو سیراب کرتے ہیں۔ ہر ایک کے دہانے کی چوڑائی دریافت کرو جس سے

مطلوبہ اخراج حاصل ہو سکے ۔ جب کہ پانی کا عمق دہلیزوں پر ۴ فٹ ہو اور ہر ایک کی اونچائی ۱ فٹ ۔ پانی کی مطلوبہ مقدار فی ثانیہ ایک مکعب فٹ ۵۰ ایکڑ کی سیرابی کے لیے درکار ہو (جامعہ ۱۸۸۵ء) ۔ جواب (۱) ۸ء۳ فٹ (۲) ۷ء۲ فٹ ۔

(۱۲) ایک تالاب کے ۳ توم ہیں جو بالترتیب ۵۰۰، ۸۰۰ اور ۱۲۰۰ ایکڑ کو سیراب کرتے ہیں ۔ ہر ایک کی دہلیز بالترتیب ۱۸، ۲۰ اور ۲۵ فٹ (پ ۔ ت ۔ ل) سے نیچے ہے اور ہر ایک دہانہ کی چوڑائی ۱ فٹ ہے ۔ دہانوں کی وہ بلندیاں دریافت کرو جن سے ایسے اخراج ہوں کہ وہ ۶۰ ایکڑ کی رسد کے لیے بحساب ۱ مکعب فٹ فی ثانیہ کی سیرابی کے لیے کافی ہو جب کہ پانی ۱۲ فٹ (پ ۔ ت ۔ ل) سے نیچے ہو ۔ (کلیہ ۱۸۵۲ء) ۔ جواب (۱) ۵ء۸ انچ (۲) ۸ء۱۱ انچ (۳) ۹ء۱۳ انچ ۔

(۱۳) ایک تالاب کے توم سے اخراج کی شرح دریافت کرنی مطلوب تھی ۔ مجھے معلوم ہوا کہ مستدیر منفذ میں جس کا قطر ۴ انچ ہے اور ۲۰ فٹ سطح آب سے نیچے واقع ہے پانی خارج ہو رہا ہے ۔ بتاؤ پانی کس شرح سے خارج ہو رہا ہو گا ۔ (جامعہ ۱۸۷۰ء) ۔ جواب ۔ ۲ مکعب فٹ ثانیہ ۔

(۱۴) ایک غرقاب مستطیلی توم کے ابعاد معلوم کرو جو ۹ انچ کے ارتفاع سے پانی کا ایک ایسا اخراج کرتا ہو جس سے ۲۰۰۰ ایکڑ زمین بحساب ۲ مکعب گز فی گھنٹہ فی ایکڑ سیراب ہو سکے ۔ (جامعہ ۱۸۷۰ء) ۔ جواب ۔ ۲ فٹ $\frac{1}{2}$ ۳ فٹ ۔

(۱۵) ایک مبدا آبگیرہ (توم) کی آب راہ کے لیے کتنے مربع فٹ کا رقبہ درکار ہو گا کہ جس سے ۵۰۰۰ مکعب گز فی گھنٹہ کی رسد ۹ انچ ارتفاع کے ساتھ حاصل ہو سکے (جامعہ ۱۸۷۰ء) ۔ جواب ۔ ۶۸ مربع فٹ ۔

(۱۶) ایک تالاب میں سے ایک سڑک کو گذارنا ہے ۔ اور سڑک کے کٹے میں سے اعظم اخراج کو گذارنے کی گنجایش رکھی جاتی ہے ۔ معطیات مندرجۂ ذیل ہیں :۔

پن بہاؤ مجرے سے اخراج ۲۱۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ تخمیناً

بند کی چوٹی ۵۰ء۵۰
اعظم پانی کا لیول (ا' پ' ل)............ ۴۷ء۰۰
پ ت' ل............................ ۴۵ء۰۰
کشادہ راہ کے فرش کی سطح زمین کا لیول.... ۴۰ء۰۰
} اُس' ل کے اوپر

پانی کا لیول پل کے دہانہ کے اوپر تالاب کے ا۔ پ۔ ل سے ۶ انچ سے زائد اونچا نہ ہونا چاہیئے۔ مطلوبہ آب راہ کا طول دریافت کرو۔ (کلیہ ۱۸۸۴ء)۔ جواب۔ ۵۹ فٹ

(۱۷) ایک چادر (kalingula) کا طول ۲۰۰ گز ہے جس پر سے ۳ فٹ پانی ۴ فٹ فی ثانیہ رفتار آمد کے ساتھ گذرتا ہے۔ اس میں ۱۰۰ موگھے ہیں جن میں سے ہر ایک ۳ فٹ چوڑا اور ۴ فٹ اونچا ہے اور جن کے سر چادر (kalingula) کی چوٹی تک پہنچتے ہیں۔ اخراج کی تخمین کرو جب کہ تمام تُوم کھول دیے جائیں اور اخراج ہوا میں ہو رہا ہو۔ جواب۔ ۲۷۶۴۲ مکعب فٹ ثانیہ۔

(۱۸) ایک ایسا ضابطہ دریافت کرو کہ جس سے پانی کے لیول کی وہ زائد اونچائی معلوم ہو جائے جو کسی ندی کے کناروں کے درمیان تئے پل کے پایوں کی تعمیر سے تراشی رقبہ میں کمی کی وجہ سے ہو۔ (جامعہ ۱۸۸۱ء)۔

(۱۹) ۲۰۰ فٹ چوڑی اور ۵ میل فی گھنٹہ رفتار رکھنے والی ایک ندی کی سطح کس قدر بلند ہو جائے گی جب کہ اُس پر ۴ خانوں کا ایک پل جن کے پائے ۶ فٹ چوڑے ہوں تعمیر کیا جائے۔ (کلیہ ۱۸۸۵ء)۔ جواب ۳ء۳ انچ۔

(۲۰) ایک ۲۰۰ فٹ چوڑی ندی پر جس کے کنارے عملاً انتصابی واقع ہوئے ہیں ایک پل بنانا ہے۔ کس قدر آب راہ درکار ہوگا تاکہ اُبھار ۶ انچ سے زائد نہ ہونے پائے۔ سیلاب میں ندی کا عمق ۱۰ فٹ ہوتا ہے اور اِسی گہرائی پر اوسط رفتار ۴ فٹ فی ثانیہ دریافت کی گئی ہے۔ (جامعہ ۱۸۸۹ء)۔ جواب۔ ۱۲۴ فٹ۔

(۲۱) ایک پل ندی پر بنایا گیا ہے جس کی وجہ سے پانی میں

۹ انچ کا ارتفاع پیدا ہوگیا ہے۔ پُل کے نیچے اوسط رفتار ۵ فٹ فی ثانیہ اور عمقِ آب ۸ فٹ ہے۔ وہ رفتار معلوم کرو جس سے کہ ندی خانوں میں سے گذرتی ہے اور نیز ندی کی چوڑائی اور پُل کی آب راہ کی نسبت معلوم کرو۔ (کلیہ ۱۸۸۸ء) جواب (۱) ۳۶۴ فٹ ثانیہ (۲) (۱۶۶:۱:۱)۔

(۲۲) آبپاشی کے ایک توم سے مستقل پانی کا اخراج کس طرح حاصل ہوگا اگر ارتفاع میں اتفاقیہ تغیر ہوتا رہے؟ (جامعہ ۱۸۸۷ء)

(۲۳) ۱۸۸۵ء میں بوجہ سیلاب جب کہ کالی ندی کا آب گذر تباہ ہوا تھا تو ندی میں چڑھاؤ سمت اور بہاؤ سمت گہرائیاں علی الترتیب ۳۷ فٹ اور ۲۴ فٹ تھیں جس سے ۱۲ فٹ ابھار حاصل ہوا۔ خطی آب راہ ۲۷۵ فٹ تھی اور رفتار آمد ۳ فٹ فی ثانیہ تھی۔ سیلاب کے اخراج کی تخمین کی جائے۔ قدر = ۹ء (جامعہ ۱۸۹۰ء)۔ جواب۔ ۱۷۲۲۶۰ مکعب فٹ ثانیہ۔

(۲۴) ذیل میں ایک تالاب کی چادر کی مختلف بلندیاں دی گئی ہیں جس کا طول $\frac{1}{2}$ ۶۲ فٹ ہے:۔

بند کی چوٹی	....	۲۹۶۵۷
اُپ ل	(M.W.L.)	۲۸۶۳۲
پ ت ل	(F.T.L.)	۲۴۶۳۲
نکاس نالے کی تہ	....	۲۰۰۰۰

چادر کے طول کو اتنا بڑھانا مقصود ہے تاکہ بند کی چوٹی اور اُپ ل کے درمیانی فصل میں ۳ فٹ کی زیادتی ہو تو چادر کا طول کس قدر بڑھایا جائے۔ (جامعہ ۱۸۹۰ء)۔ جواب۔ $\frac{1}{2}$ ۸۵ فٹ۔

(۲۵) ایک تالاب کا فراہمی مجرلے ۱۰ مربع میل ہے۔ چادر کا وہ کونسا طول ہوگا جو پانی کو ۲ فٹ ارتفاع سے لے جاسکے۔ جب کہ بارش ۲۴ گھنٹے میں ۴ انچ حاصل ہوتی ہے اور جس کا ۵۰ فی صد حصہ تالاب میں پہنچتا ہے۔ (جامعہ ۱۸۸۹ء)۔ جواب۔ ۶۱ فٹ۔

(مضامین)

پلیٹ ۵

(۵۳) ہم نے اب تک یہ تصور کیا تھا کہ جس ارتفاع کے تحت اخراج ہوتا ہے وہ مستقل رہتا ہے۔ اگر ایک پانی کے برتن کے ایک منفذ میں سے اخراج ہو رہا ہو اور پانی کی آمد اتنی نہ ہو جس سے اخراج کی تلافی ہو سکے تو پانی کی سطح گرتی جاتی ہے اور ارتفاع گھٹتے گھٹتے صفر ہو جاتا ہے۔ یہ ممکن ہے کہ برتن منشوری ہو یا نہ ہو اور منفذ سے پانی خارج ہو کر ضایع ہو جائے یا کسی دوسرے برتن میں منتقل ہو جائے۔ ہم دراصل منشوری ظروف سے اور فی الحال ایسے منفذوں کی حد سے آگے نہ بڑھینگے جن سے اخراج ہو کر ضایع ہو جاتا ہے۔

پلیٹ

(۵۴)۔ فلنشوری ظروف سے آزاد اخراج ——— (دفعات ۱۴۱، ۲۶۱)

میں اس بات کی تشریح ہو چکی ہے کہ کسی ارتفاع یا بلندی کے تحت بہاؤ کی نظری رفتار وہ ہے جو ایک ذرّہ میں اُس بلندی سے آزادانہ گرنے میں پیدا ہو سکتی ہے یا وہ رفتار ہے جس سے اگر ذرّہ کو اوپر کی طرف پھینکا جائے تو وہ اُس خاص بلندی تک پہنچ جائے۔ پس اگر پانی کی سطح منفذ تک نیچے اُترے یا منفذ سے اوپر چڑھے تو بہاؤ کی رفتار میں ارتفاع کے ساتھ ٹھیک اُسی طرح کا تغیر ہوگا جس طرح کہ ذرہ کی رفتار میں ہوگا۔

فرض کرو کہ و ثانیوں میں رفتار صفر سے ر تک متغیر ہو جاتی ہے۔ بعد ۱، ۲، ۳ .... و ثانیوں کے رفتار ج، ۲ ج، ۳ ج، ..... ج و فٹ ہوگی۔ فرض کرو کہ خط ب ج (شکل ۳۹) میں و ثانیوں کو ظاہر کرتا ہے اور ج د سے ج و (= ر) فٹ مراد ہے۔ تو صاف ظاہر ہے کہ کسی لمحہ میں رفتار مثلث ب ج د کے متناظر معین (corresponding ordinate) سے معلوم ہو جاتی ہے۔ پس اول سے آخر تک وقت میں ان تمام رفتاروں کا اوسط ہوگا

$\frac{ج و}{۲} = \frac{ر}{۲} = \frac{\sqrt{۲ ج د}}{۲}$ یعنی اعظم رفتار کا نصف۔ پس اخراج ایسی حالت میں کہ ارتفاع د سے صفر تک یا صفر سے د تک متغیر ہو اُس اخراج کا نصف ہوتا ہے جو اُسی وقت میں ایک مستقل ارتفاع د کے تحت ہوتا ہو۔

چونکہ اوسط رفتار ہے $\frac{۱}{۲}\sqrt{۲ ج د} = \sqrt{۲ ج \frac{د}{۴}}$، اس لیے معلوم ہوا کہ اوسط ارتفاع $\frac{د}{۴}$ ہے۔

(۵۵) خالی کرنے یا بھرنے کا وقت

——— فرض کرو کہ س برتن کے اندر پانی کی سطح کا رقبہ ہے، ا منفذ کے اوپر اعظم عمق ب اور و

پلیٹ ۵

وہ وقت ہے جو ارتفاع کو اَ سے صفر تک یا صفر سے اَ تک بدلنے میں صرف ہوتا ہے۔

منفذ کا اوسط اخراج فی ثانیہ ہوگا س ق ½ √۲ ج اَ

∴ منفذ کا پورا اخراج ہوگا س ق ½ √۲ ج اَ × و

لیکن برتن سے پورا اخراج س اَ ہے۔

∴ و = ۲ س اَ / س ق √۲ ج اَ .... (۲۹)

یا یہ وقت اُس کا دوگنا ہوگا جو اُسی حجم کو ایک مستقل ارتفاع اَ کے تحت خارج کرنے میں صرف ہوتا ہے۔

اگر ارتفاع اَ سے اِ تک گھٹتا ہو یا اِ سے اَ تک بڑھتا ہو تو:۔

اَ سے صفر یا صفر سے اَ تک وقت ہوگا ۲ س اَ / س ق √۲ ج اَ

یا اِ سے صفر یا صفر سے اِ تک وقت ہوگا ۲ س اِ / س ق √۲ ج اِ

لیکن آخر الذکر وقفہ وقت غیر صرف شدہ ہے۔

∴ حقیقی وقت ہوا ۲ س اَ / س ق √۲ ج اَ - ۲ س اِ / س ق √۲ ج اِ یا

و = ۲ س / س ق √۲ ج (√اَ - √اِ) (۳۰)

مثال (۳۰)۔ ایک ۴۵ء۴ انچ قطر والے استوانہ نما برتن میں ایک منفذ ہے جس کا قطر ۲ء۰ انچ ہے اور مشاہدہ سے معلوم ہوا کہ ۵۴ ثانیوں میں سیالی سطح ۱۶ انچ سے ۱۲ انچ تک گہرائی میں گر جاتی ہے۔

پلیٹ

قدرِ اخراج معلوم کرو جب کہ ج = ۳۲٫۱۹۴۸ ۔

$$\text{س} = \frac{۲\,\text{س}}{\text{و} \times \text{ق}\sqrt{۲\,\text{ج}}}\left(\sqrt{\text{ا}} - \sqrt{\text{د}}\right) = \frac{۲ \times (۵٫۷۷۴)^{۲}}{۵۳ \times (۰٫۲)^{۲} \times ۸٫۰۲۴}\left(\sqrt{\frac{۴}{۳}} - ۱\right)$$

$$= \frac{۳۳٫۰۲۸}{۵۳ \times ۰٫۰۴ \times ۸٫۰۱۲}\left(۱٫۱۵۵ - ۱\right) = ۰٫۶۰$$

(۵۶)۔ دفعات ۵۴ اور ۵۵ کے مضمون کو احصا (Calcnlus) کی مدد سے ذیل کے طریقہ پر معلوم کر سکتے ہیں :۔

فرض کرو کہ فرو وقت میں برتن کے اندر سطحی اُتار فرلا ہے۔ برتن میں حجم کا فرق ہوگا س فرلا اور سوراخ سے اخراج ہوگا س ق $\sqrt{۲\,\text{ج}\,\text{لا}}$ فرو

یہ دونوں مساوی ہیں ∴ $\frac{\text{فرو}}{\text{فرلا}} = \frac{\text{س}}{\text{س ق}\sqrt{۲\,\text{ج}\,\text{لا}}}$

$$\therefore \text{و} = \frac{\text{س}}{\text{س ق}\sqrt{۲\,\text{ج}}}\int_{\text{د}}^{\text{ا}} \text{لا}^{-\frac{۱}{۲}}\,\text{فرلا} = \frac{۲\,\text{س}}{\text{س ق}\sqrt{۲\,\text{ج}}}\left(\sqrt{\text{ا}} - \sqrt{\text{د}}\right)$$

(۵۷) کسی دیے ہوئے وقت میں اخراج

فرض کرو کہ و معلوم وقت ہے جس میں ارتفاع اَ سے د تک بدلتا ہے اور یہ بھی فرض کرو کہ اَ یا د میں سے کوئی ایک معلوم ہے۔ خارج شدہ حجم ہوگا س (اَ - د)۔

مساوات (۳۰) کی مدد سے، $\sqrt{\text{اَ}} - \sqrt{\text{د}} = \frac{\text{س ق}\sqrt{۲\,\text{ج}} \times \text{و}}{۲\,\text{س}}$ جس سے اَ یا د معلوم ہو سکتا ہے بشرطیکہ ان میں سے ایک معلوم ہو۔

مثال (۳۱)۔ ایک مربع منشوری مجرے میں جس کا ضلع ۳ فٹ ہو ایک منفذ ہے جس کا قطر ۰٫۰۹ فٹ ہے، جو ۶ فٹ سطح کے نیچے واقع ہے $۴\frac{۱}{۲}$ دقیقوں میں اخراج معلوم کرو جب کہ س = $\frac{۵}{۸}$ ۔

$\sqrt{\text{اَ}} - \sqrt{\text{د}} = \frac{\text{س ق}\sqrt{۲\,\text{ج}} \times \text{و}}{۲\,\text{س}}$ یہاں و = ۲۷۰ً، اَ = ۶ فٹ، ق = ۰٫۰۰۶۳۶ مربع فٹ، س = ۹ مربع فٹ ۔

پلیٹ ۵

$$\therefore \sqrt{ل_۱} - \sqrt{ل_۲} = \frac{۲۷۰ \times ۸ \times ٫۰۰۶۳۹ \times \frac{۵}{۸}}{۹ \times ۴} = ٫۴۷۷$$

$$\therefore \sqrt{ل_۲} = ۲٫۴۴۹ - ٫۴۷۷ = ۱٫۹۷۲ \quad \therefore ل_۲ = ۳٫۸۹$$

اخراج مطلوبہ ہوا س $(ل_۱ - ل_۲) = ۹(۶ - ۳٫۸۹) = ۱۹$ مکعب فٹ

(۵۸) نہری پن تالے —— اشکال نمبر ۴۰ کے مطالعہ سے واضح ہوگا کہ پن تالا ایک مستطیلی پختہ خانہ ہوتا ہے جو ایک نہر کی دو سیڑھی گزروں (Reaches) ب اور ج کے اتصال پر بنایا جاتا ہے۔ ان گزروں کی سطحیں مختلف لیولوں پر ہوتی ہیں اور پن تالے کی مدد سے کشتیوں کو ایک سطح سے دوسری پر منتقل کر دیتے ہیں۔ نہر کی دونوں گزروں کے درمیان جو پانی کی سطحوں کا فرق ہوتا ہے اُسے تالے کی اٹھان (Lift) کہتے ہیں۔ پن تالے کا پختہ خانہ دونوں طرف مضبوط دروازوں کی ایک ایک جوڑی د ع سے بند ہوتا ہے۔ اور ان میں سے کوئی سی جوڑی اُس وقت تک کھل نہیں سکتی جب تک کہ جوڑی کے ہر دو جانب پانی کی سطح ایک ہی لیول پر نہ آجائے۔ پورا بھر جانے کی صورت میں پن تالے کو توموں ف کے ذریعہ خالی کر سکتے ہیں۔ یہ توم زیرین گزریں پانی کی سطح کے نیچے، نیچے والے دروازوں میں ہوتے ہیں یا اُس کو اُن ٹیلیوں کے ذریعہ سے بھی خالی کر سکتے ہیں جو پہلو کی دیواروں میں ہوتی ہیں اور اگر پن تالا خالی ہو تو یہ نہر کی بالائی گزر میں سے اُن ٹیلیوں کی مدد سے جو نقطہ گ پر سے نکلتی ہیں اور نہر کی زیرین گزر میں تالے کے پہلوؤں میں مقام ح پر پانی کی سطح کے اوپر یا نیچے کھلتی ہیں بھرا جا سکتا ہے۔ موکھے بھسلواں کواڑوں کے ذریعہ بند کر دیے جاتے ہیں۔ پن تالے کا پُر کرنا یا خالی کرنا نہر کی گزروں میں لیولوں پر کوئی نمایاں اثر نہیں کرتا۔

فرض کرو کہ ایک کشتی کو زیرین گزر سے بالائی گزر میں منتقل کرنا ہے۔ اب اگر پن تالے کا پختہ خانہ پانی سے بھرا ہوا ہے تو اُسے زیرین دروازوں کے توموں ف کو کھول کر خالی کرنا ہوگا۔ اس کے بعد اِن توموں کو بند کر دیتے ہیں اور دروازے ع کھول دیے جاتے ہیں، کشتی خانہ (chamber) میں

پلیٹ

چلی جاتی ہے اور دروازے بند کر دیے جاتے ہیں۔ اب بالائی توم کھول دیے جاتے ہیں اور خانہ کو بتدریج بھرتے ہیں۔ جب یہ بھر جاتا ہے تو بالائی دروازے کھول دیے جاتے ہیں اور کشتی نہر کی بالائی گزر میں چلی جاتی ہے۔

(۵۹) ۔تالوں کا مجوزہ نقشہ بنانے میں، بھرائی کا اور خالی کرنے کا وقت ضرور حل کر لینا چاہیے۔

فرض کرو کہ پن تالے کے اندر پانی کی سطح کا رقبہ س ہے، اَ اٹھاؤ ہے، اور ا وہ عمق ہے جو نہر کی بالائی گزر کی سطح سے بالائی توم کے اخراجی منفذ کے مرکز تک ہے۔ ق۱ اور ق۲ بالترتیب بالائی اور زیرین توم کے کشادہ راستوں کے رقبے ہیں۔

(۱) پن تالے کو خالی کرنے کے لیے ـــ توم چونکہ غرقاب ہے اس لیے ارتفاع کا تغیر اَ سے صفر تک ہوتا ہے۔ وقت مطلوبہ مساوات (۲۹) کی مدد سے ہوا۔

$$و = \frac{۲ س اَ}{س ق_۲ \sqrt{۲ ج اَ}} \quad ....\ (۳۱)$$

(۲) پن تالے کو پُر کرنے کے لیے ـــ نہر کی زیرین گزر کے لیول سے توم کا کشادہ راستہ مرکز تک بھرنے کے لیے ارتفاع مستقل ہے یعنے ا ہے۔

اس لیے وہ وقت جو توم کے مرکز تک صرف ہوتا ہے مساوات (۶) کی مدد سے ہوگا۔

$$و_۱ = \frac{س (اَ - ا)}{س ق_۱ \sqrt{۲ ج ا}}$$

توم کے موکھے کے مرکز سے اوپر کی شاخ کی سطح تک ارتفاع کا تغیر ا سے صفر تک ہوتا ہے۔ اس لیے اس حصہ میں جو وقت صرف ہوتا ہے مساوات (۲۹) کی مدد سے ہوگا۔

پلیٹ ۵

$$و_۲ = \frac{۲ س ل}{س ق_۱ \sqrt{۲ ج ل}}$$

پس مجموعی وقت ہوگا ۔

$$و = و_۱ + و_۲ = \frac{س (أ + ل)}{س ق \sqrt{۲ ج ل}} \qquad (۳۲)$$

(۹۰) مدراس کے محکمۂ آبپاشی میں تین معیاری پیمانہ کے پن تلے کے گھر استعمال ہوتے ہیں، یعنی ۱۵۰ أ × ۲۰ أ، ۱۰۵ أ × ۱۵ أ، اور ۷۰ أ × ۱۰ أ۔ ان خواہ وہ بلیوں یا پھاٹک کواڑیوں کے بنے ہوئے ہوں معمولی طریقہ پر پھسلواں کواڑوں سے بند کیے جاتے ہیں اور اخراج کو ہم ایک پتلی تختی میں سے ہوتا ہوا خیال کر سکتے ہیں جس کا س = ۶۲ء[1]۔ بغلی پلیوں کی عمودی تراش ان کے موکھے سے زیادہ ہوتی ہے تاکہ رفتار کم ہو کر محفوظ حدود تک پہنچ جائے۔

مثال (۳۲)۔ ایک پن تالا جس کے ابعاد ۸۰ فٹ اور ۱۵ فٹ ہوں اور جس کا اٹھاؤ (Lift) ۹ فٹ ہو دو توموں کے ذریعہ بھرا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک ۴ فٹ چوڑا اور ۲ فٹ گہرا ہے اور جن کے مرکز بالائی حصۂ نہر کی سطحِ آب سے ۶ فٹ نیچے واقع ہیں۔ اور دو توموں کے ذریعہ خالی کیا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک ۲ مربع فٹ ہے اور جن کے مرکز زیرین حصۂ نہر کی سطحِ آب کے ۴ فٹ نیچے ہیں۔ بتاؤ کہ ایک کشتی کو گذرنے میں کتنا وقت درکار ہوگا جو بالائی پھاٹک پر اس وقت پہنچتی ہے جب کہ پن تالا خالی ہے۔ اس بات کا خیال رکھا جائے کہ پھاٹکوں کو کھولنے اور بند کرنے میں اور کشتی کو کھینچنے میں ۵ منٹ صرف ہوتے ہیں۔ (جامعہ ۱۸۸۲ء)۔

یہاں س = ۸۰ × ۱۵ = ۱۲۰۰ مربع فٹ۔

أ = ۹، ل = ۶، $ق_۱$ = ۱۶ مربع فٹ، $ق_۲$ = ۸ مربع فٹ۔

[1] ڈابسن (D' Aubuiess on) کے تجربوں سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ دو مساوی متصل توموں سے اخراج بہ نسبت ایک میں کے دو گنے اخراج سے کم ہوتا ہے۔ اس لیے قدر بعض اوقات ۵۵ء تک کم لیجاتی ہے۔

پلیٹ ۵

بھرنے کا وقت = س (اَ + ا) / (س ق √۲ ج ا) = (۱۵ × ۱۲۰۰) / (√۶۴٫۸ × ۱۶ × ۵/۸) = ۹۲ ثانیہ

خالی کرنے کا وقت = ۲ س √اَ / (س ق √۲ ج) = (۹ × ۱۲۰۰ × ۲) / (۳ × ۸ × ۸ × ۵/۸) = ۱۸۰ ثانیہ

مجموعی وقت مساوی ہوگا ۱ دقیقہ ۳۲ ثانیہ + ۵ دقیقہ صفر ثانیہ
+۳ دقیقہ صفر ثانیہ = ۹ دقیقہ ۳۲ ثانیہ ۔

مثال (۳۳)۔ ایک پن نالا ۱۵۰ فٹ لمبا اور ۱۶ فٹ چوڑا ہے۔ یہ دو توموں کے ذریعہ بھرا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک ۳ فٹ چوڑا اور ۲ فٹ گہرا ہے اور یہ توم بالائی پھاٹک میں ہیں۔ نہر کے بالائی اور زیرین حصوں میں پانی کے لیول اور توموں کے مرکز پن نالے کے فرش کے اوپر بالترتیب ۱۲ فٹ، ۵ فٹ، اور ۷ فٹ ہیں۔ بتاؤ کہ توموں کے کھولنے کے بعد صرف تیسرے دقیقہ میں کتنے مکعب فٹ پانی پن نالے کے اندر داخل ہوگا۔ (جامعہ ۱۹۲۸ء)۔

یہاں س = ۱۵۰ × ۱۶، اَ = ۷ فٹ، ا = ۵ فٹ، ق = ۱۲ مربع فٹ
فرض کرو کہ تیسرے دقیقہ کے شروع اور اخیر میں ا۱، ا۲ ارتفاع ہوں۔
منتقل ارتفاع ۵ فٹ کے تحت، توموں کے مرکز تک بھرنے میں وقت ہوگا:۔

س (اَ - ا) / (س ق √۲ ج ا) = (۱۵۰ × ۱۶) (۷ - ۵) / (۸ × ۱۲ × ۵/۸ × √۵) = ۳۵٫۸ ثانیہ

∴ توم کے مرکز تک بھرنے کے وقت سے تیسرے دقیقہ کے شروع تک وقفہ ہوگا ۱۲۰ - ۳۵٫۸ = ۸۴٫۲ ثانیہ ۔

پس ۸۴٫۲ ثانیہ = ۲ س / (س ق √۲ ج) (√ا - √ا۱)

= (۱۵۰ × ۱۶ × ۲) / (۸ × ۱۲ × ۵/۸) (√۵ - √ا۱)

جہاں سے √ا۱ = ۱٫۱۸۴
∴ ا۱ = ۱٫۳۹۲

پھر ۶۰ ثانیہ = ۲ س / (س ق √۲ ج) (√ا۱ - √ا۲) جہاں سے ا۲ = ۰٫۸۸۱

پلیٹ ۵

مطلوبہ اخراج $= \text{س} (\text{ا}_1 - \text{ا}_2) = ۱۵۰ \times ۱۶ \times ۱٫۲۰۴ = ۲۸۹۰$ مکعب فٹ

(۶۱) ایک مستطیلی کٹھنہ سے اخراج

—— اگر ایک نشوری ظرف کے مستطیلی کٹھنہ میں سے اخراج ہو رہا ہو تو فرض کرو کہ و وہ وقفہ ہے جس میں ارتفاع ا_1 سے گھٹ کر ا_2 ہو جاتا ہے۔ لا کسی لحظہ میں ارتفاع ہے اور فرلا سطحی اُتار فرو وقت میں ہے۔

برتن میں حجم کی تبدیلی ہوگی س × فرلا۔

کٹھنہ سے اخراج ہوگا $\frac{۲}{۳} \text{س ل} \sqrt{۲\text{ج}}\; \text{لا}^{\frac{۳}{۲}}\; \text{فرو}$

یہ مساوی ہیں ∴

$$\frac{\text{فرو}}{\text{فرلا}} = \frac{\text{س}}{\frac{۲}{۳}\text{س ل}\sqrt{۲\text{ج}}\;\text{لا}^{\frac{۳}{۲}}}$$

$$\therefore \text{و} = \frac{۳}{۲}\,\frac{\text{س}}{\text{س ل}\sqrt{۲\text{ج}}}\int_{\text{ا}_1}^{\text{ا}_2} (\text{لا})^{-\frac{۳}{۲}}\,\text{فرلا}$$

$$= \frac{۳\text{س}}{۲\text{س ل}\sqrt{۲\text{ج}}}(-۲)\left\{\frac{۱}{\sqrt{\text{ا}_2}} - \frac{۱}{\sqrt{\text{ا}_1}}\right\}$$

$$\text{یا و} = \frac{۳\text{س}}{\text{س ل}\sqrt{۲\text{ج}}}\left(\frac{۱}{\sqrt{\text{ا}_2}} - \frac{۱}{\sqrt{\text{ا}_1}}\right) \quad \text{.....(۳۳)}$$

مثال (۳۴)۔ ایک تالاب میں جس کے پانی کا پھیلاؤ ایک چوتھائی مربع میل ہے اس میں ایک ۶۰ فٹ لمبی چادر ہے جس کی چوٹی پر ۳ فٹ اعظم گہرائی کے ساتھ اخراج ہوتا ہے۔ اگر یہ فرض کر لیا جائے کہ تالاب میں پانی کی کوئی درآمد نہیں ہے تو وہ وقت بتاؤ جس میں سطح ایک فٹ گر جائیگی۔ (جامعہ ۱۸۷۸ء)۔

یہاں $\text{س} = \frac{۵۲۸۰ \times ۵۲۸۰}{۴}$، $\text{ل} = ۶۰$، $\text{ا}_1 = ۳$، $\text{ا}_2 = ۲$، $\text{س} = \frac{۱}{\sqrt{۳۲}}$

$$\text{و} = \frac{۳\text{س}}{\text{س ل}\sqrt{۲\text{ج}}}\left(\frac{۱}{\sqrt{\text{ا}_2}} - \frac{۱}{\sqrt{\text{ا}_1}}\right)$$

$$= \frac{۱۳۲۰ \times ۵۲۸۰ \times ۳}{۸ \times ۶۰ \times \sqrt{۳۲}}\left(\frac{۱}{\sqrt{۲}} - \frac{۱}{\sqrt{۳}}\right) \text{ ثانیے}$$

= ۹۴٫۵ دقیقے

پلیٹ ۶

(۶۲) - غیر منشوری ظروف سے اخراج

اگر برتن جس میں سے اخراج ہو رہا ہو منشوری نہیں ہے تو اس نسبت کی قیمت جو متغیر ارتفاع کے تحت خالی کرنے کے وقت کو اس وقت کے ساتھ ہے جب کہ ارتفاع مستقل ہے کبھی ۲ نہیں ہوتی پس قائمہ نما ظروف کے لیے یہ نسبت $1\frac{1}{3}$ ہوتی ہے۔ اور مخروطِ مقطع ظروف کے لیے $1\frac{1}{5}$ جب کہ قائمے یا مخروطِ مقطع کا قاعدہ پانی کی سطح ہو۔

اس کا حساب لگانے کے لیے جو طریقہ اختیار کیا گیا ہے اس کی توضیح ایک تدویری مکافی نما (شکل ۱۲) سے ہو سکتی ہے۔ راس کو مبدا مان کر۔

فرض کرو کہ ل، ر سطح کی بلندی پر محدد ہیں

ل، ر منفذ کی بلندی پر " "

لا، ما کسی بلندی پر " "

فرض کرو کہ سطح، فرو وقت میں فرلا میں سے اتر جاتی ہے اخراج شدہ حجم فرو وقت میں π ما^2 × فرلا ہوگا۔ مگر چونکہ ارتفاع لا - ل$_1$ ہے اسلیے منفذ میں سے جس کا رقبہ ق ہے اخراج کا حجم مساوی ہوگا س ق $\sqrt{2\text{ج}(\text{لا}-\text{ل}_1)}$ فرو۔

اب ما^2 = $\frac{\text{ر}^2}{\text{ل}}$ لا

$$\therefore \frac{\text{فرو}}{\text{فرلا}} = \frac{\pi\,\text{ر}^2}{\text{س ق ل}\sqrt{2\text{ج}}} \times \frac{\text{لا}}{\sqrt{\text{لا}-\text{ل}_1}}$$

$$\therefore \text{و} = \frac{\pi\,\text{ر}^2}{\text{س ق ل}\sqrt{2\text{ج}}} \int_{\text{ل}_1}^{\text{ل}} \frac{\text{لا}}{\sqrt{\text{لا}-\text{ل}_1}}\,\text{فرلا}$$

فرض کرو کہ $\sqrt{\text{لا}-\text{ل}_1} = \text{ظ}$، $\frac{\text{فرلا}}{\text{فرظ}} = 2\text{ظ}$

$$\therefore \int \frac{\text{لا}}{\sqrt{\text{لا}-\text{ل}_1}}\,\text{فرلا} = \int \frac{\text{ظ}^2+\text{ل}_1}{\text{ظ}} \times 2\text{ظ} \times \text{فرظ}$$

$$= 2\left(\frac{\text{ظ}^3}{3} + \text{ل}_1\text{ظ}\right) = \frac{2}{3}(\text{لا}-\text{ل}_1)^{\frac{3}{2}} + 2\text{ل}_1(\text{لا}-\text{ل}_1)^{\frac{1}{2}}.$$

$$\text{پس } و = \frac{\pi\, ر^2}{س\, ق\, ل \sqrt{2ج}} \left\{ \frac{2}{3}(ل - ل_1)^{\frac{3}{2}} + 2ل_1 (ل - ل_1)^{\frac{1}{2}} \right\}$$

اگر منفذ راس پر ہو تو $ل_1 = 0$

$$\therefore و = \frac{2}{3} \times \frac{\pi\, ر^2 \sqrt{ل}}{س\, ق \sqrt{2ج}} \qquad (۳۴)$$

اب چونکہ مکافی نما حجم $\frac{1}{2}\, \pi\, ر^2 ل$ کے مساوی ہوتا ہے اس لیے ایک مستقل ارتفاع ل کے تحت اخراج کا وقت ہوگا $\frac{\frac{1}{2}\pi\, ر^2 ل}{س\, ق \sqrt{2ج\, ل}}$ ۔ اس کا اگر (۳۴) کے ساتھ مقابلہ کیا جائے تو ہمیں معلوم ہوگا کہ اوقات کی نسبت ہے $\frac{2}{3} \div \frac{1}{2} = \frac{4}{3}$ یا وہی جو فانہ نما برتنوں کے لیے ہوتی ہے۔

(۶۳)۔ غیر منتظم مجروں سے اخراج ـــــ مجرے کے ڈھالوں کا

جب کہ خزانۂ آب خالی ہو ہر ایک فٹ یا دو فٹ عمق پر ہم ارتفاعی خطوط لگا لینے چاہئیں ۔ اور ہر ہم ارتفاعی خط پر پانی کے پھیلاؤ کے رقبہ کا تخمینہ کر لینا چاہیے ۔ تب متصلہ ہم ارتفاعی خطوط کے کسی درمیانی پرت کا اخراج تقریباً وہی لیا جاتا ہے جو ایک ایسے منشوری ظرف سے ہوتا ہو جس کا رقبہ ان دو پانی کے پھیلاؤں کے رقبہ کا اوسط ہو جو پرت کو گھیرے ہوئے ہیں۔

فرض کرو کہ س، $س_1$، ...... $س_ن$ (شکل $\frac{۴۲}{}$) تالاب کے یکے بعد دیگرے ہم ارتفاعی خطوط پر پانی کے پھیلاؤ کے رقبے ہیں۔

$ل$، $ل_1$، ...... $ل_ن$ اخراجی منفذ پر ارتفاع۔

$و_1$، $و_2$، ...... $و_ن$ متسلسل پرتوں سے اوقاتِ اخراج۔

$$و_1 = 2\, \frac{\frac{1}{2}(س + س_1)}{س\, ق \sqrt{2ج}} \left(\sqrt{ل} - \sqrt{ل_1} \right)$$

$$و_2 = \frac{س_1 + س_2}{س\, ق \sqrt{2ج}} \left(\sqrt{ل_1} - \sqrt{ل_2} \right) \quad \text{اور اسی طرح}$$

$$\therefore \text{و} = \text{و}_{۱} + \text{و}_{۲} + \ldots\ldots \text{و}_{\text{م}} = \frac{۱}{\text{س ق} \sqrt{۲\text{ج}}} \Big\{ \text{س}_{\text{ب}} \left(\sqrt{\text{ہ}_{\text{ب}}} - \sqrt{\text{ہ}_{۱}} \right) + \text{س}_{۱} \left(\sqrt{\text{ہ}_{۱}} - \sqrt{\text{ہ}_{۲}} \right)$$

$$+ \text{س}_{۲} \left(\sqrt{\text{ہ}_{۱}} - \sqrt{\text{ہ}_{۳}} \right) + \text{س}_{۳} \left(\sqrt{\text{ہ}_{۲}} - \sqrt{\text{ہ}_{۴}} \right)$$

$$+ \text{س}_{\text{م}} \left(\sqrt{\text{ہ}_{۳}} - \sqrt{\text{ہ}_{\text{م}}} \right) \Big\} \ldots\ldots\ldots (۳۵)$$

مثال (۳۵) مندرجۂ ذیل شکل کے خزانۂ آب میں سے ۶ فٹ کی گہرائی کتنے وقت میں اتر جائیگی جب کہ بند کی پُلیا میں سے جس کے موکھے کا رقبہ ۱ مربع فٹ اور قدر ۵٫۵ ہو اخراج ہو رہا ہے :-

$\text{ق}_{\text{ب}} = ۶۰۰۰۰$ مربع فٹ $\text{ہ}_{\text{ب}} = ۲۰٫۰$ فٹ

$\text{ق}_{۱} = ۴۹۵۰۰$ ″ $\text{ہ}_{۱} = ۱۸٫۵$ ″

$\text{ق}_{۲} = ۴۱۰۰۰$ ″ $\text{ہ}_{۲} = ۱۷٫۰$ ″

$\text{ق}_{۳} = ۳۲۵۰۰$ ″ $\text{ہ}_{۳} = ۱۵٫۵$ ″

$\text{ق}_{\text{م}} = ۲۶۵۰۰$ ″ $\text{ہ}_{\text{م}} = ۱۴٫۰$ ″

یہاں $\text{س}_{\text{ب}} \left(\sqrt{\text{ہ}_{\text{ب}}} - \sqrt{\text{ہ}_{۱}} \right) = ۶۰۰۰۰ \, (۴٫۴۷۲ - ۴٫۳۰۱) = ۱۰۲۶۰۰$

$\text{س}_{۱} \left(\sqrt{\text{ہ}_{\text{ب}}} - \sqrt{\text{ہ}_{۲}} \right) = ۴۹۵۰۰ \, (۴٫۴۷۲ - ۴٫۱۲۳) = ۱۷۲۷۵۵$

$\text{س}_{۲} \left(\sqrt{\text{ہ}_{۱}} - \sqrt{\text{ہ}_{۳}} \right) = ۴۱۰۰۰ \, (۴٫۳۰۱ - ۳٫۹۳۶) = ۱۴۹۶۵۰$

$\text{س}_{۳} \left(\sqrt{\text{ہ}_{۲}} - \sqrt{\text{ہ}_{۴}} \right) = ۳۲۵۰۰ \, (۴٫۱۲۳ - ۳٫۷۴۲) = ۱۲۳۸۲۵$

$\text{س}_{\text{م}} \left(\sqrt{\text{ہ}_{۳}} - \sqrt{\text{ہ}_{\text{م}}} \right) = ۲۶۵۰۰ \, (۳٫۹۳۶ - ۳٫۷۴۲) = ۵۱۴۱۰$

۶۰۰۲۴۰

$$\text{و} = \frac{۶۰۰۲۴۰}{۸ \times ۱ \times ۵٫۵} = ۱۵۰۰۶۰ \text{ ثانیے} = ۴۱٫۷ \text{ گھنٹے}$$ ۔

(۶۴)- غیر منتظم مجروں سے کٹھنہ نما اخراج ——

وقت جو اخراج میں صرف ہوتا ہے اُس کی تخمین اس طرح ہو سکتی ہے کہ مجرے کو افقی پتلے پتلے پرتوں پر منقسم کر دیا جائے اور یکے بعد دیگرے مساوات (۳۳) کو استعمال کیا جائے۔ دفعہ ۶۳ کی ترقیم سے طالب علم ذیل کے نتیجہ پر پہنچ سکتا ہے :-

پائینٹ ۶

$$و = \frac{۳}{۲ س ل \sqrt{۲ج}} \left\{ س_ب \left(\frac{۱}{\sqrt{ا_ب}} - \frac{۱}{\sqrt{ا_۱}} \right) + س_۱ \left(\frac{۱}{\sqrt{ا_۱}} - \frac{۱}{\sqrt{ب}} \right) \right.$$

$$+ س_۲ \left(\frac{۱}{\sqrt{ا_۲}} - \frac{۱}{\sqrt{ا_۱}} \right) + س_۲ \left(\frac{۱}{\sqrt{ا_۳}} - \frac{۱}{\sqrt{ا_۲}} \right)$$

$$\left. + س_۳ \left(\frac{۱}{\sqrt{ا_۳}} - \frac{۱}{\sqrt{ا_۲}} \right) \right\} \quad \text{.......(۳۶)}$$

(۶۵)- ایک منشوری ظرف سے دوسرے میں اخراج-

اِس صورت میں جیسے جیسے سطح ایک برتن میں اُترتی جاتی ہے اسی طرح دوسرے میں چڑھتی جاتی ہے اور موثر ارتفاع یا دونوں سطوح کے مابین فرق زیادہ تیزی کے ساتھ بہ نسبت اس صورت کے جب کہ ایک برتن سے آزادانہ اخراج ہو رہا ہو گھٹتا ہے۔

فرض کرو کہ برتنوں ب، ج میں بالترتیب $س_۱$، $س_۲$ پانی کی سطوح ہیں (شکل ۴۳)۔ اور فرض کرو کہ کسی ایک لحظہ میں $ا$، $ر$ ارتفاع ہیں۔ وہ وقت دریافت کرو جو اُس لحظہ سے دونوں برتنوں میں پانی کی ایک ہی سطح ہونے تک صرف ہوتا ہے۔

فرض کرو کہ برتن ب میں ابتدائی سطح سے دونوں کی یکساں سطح تک گہرائی لا ہے۔ برتن ب سے برآمد، برتن ج کی درآمد کے مساوی ہے۔

$$س_۱ لا = س_۲ (ا - ر - لا) \therefore لا = \frac{س_۲}{س_۱ + س_۲} (ا - ر)$$

پس وقت و میں ایک ایسے ارتفاع کے تحت جو بتدریج $(ا - ر)$ سے صفر تک گھٹ جاتا ہو پورا اخراج ہوگا

$$س_۱ لا = \frac{س_۱ س_۲}{س_۱ + س_۲} (ا - ر)$$

پلیٹ ۶

لیکن یہ اخراج اس کا نصف ہے جو اُسی وقت میں ہوتا بشرطیکہ ارتفاع (اَ - ا) پر مستقل رہتا۔ مثلاً

$\frac{1}{2} \times$ س ق $\sqrt{2 \text{ج} (\text{اَ} - \text{ا})} \times$ و جہاں ق سوراخ کا رقبہ ہے۔

$$\therefore \text{و} = \frac{2\,\text{س}_1\,\text{س}_2 \sqrt{\text{اَ} - \text{ا}}}{\text{س ق} \sqrt{2 \text{ج}}\,(\text{س}_1 + \text{س}_2)} \quad \ldots\ldots\ldots (37)$$

اس جملے سے واضح ہوگا کہ خواہ کوئی بھی اخراجی برتن ہو وقت وہی صرف ہوتا ہے۔ جب کہ دوہرے بن تالوں کی حالت میں مساوات (۳۷) بہت مفید ثابت ہوتی ہے۔ اگر برتن ایک دوسرے سے ایک نل کے ذریعہ جوڑ دیئے جائیں تو س کی قیمت کو دفعہ (۲۱) سے حاصل کر لو۔

مثال (۳۶) — پٹواں لوہے کا ایک مستطیلی حوض (شکل ۴۲) جو ۷ فٹ گہرا ہے، ایک پتلی انتصابی اوٹ کے ذریعہ دو حصّوں میں تقسیم کر دیا گیا ہے۔ بڑا حصہ جو پانی سے پُر ہے اُس کا اُفقی رقبہ ۲۱۳ مربع فٹ ہے، دوسرا حصہ جو خالی ہے اس کا رقبہ ۲۷ مربع فٹ ہے۔ اگر اوٹ میں ایک مستطیلی منفذ کھولا جائے جو ۱۲ انچ چوڑا اور ۶ انچ گہرا ہو اور جس کی تہ حوض کی تہ سے ۲ فٹ بلندی پر ہو تو بتاؤ کہ کتنے ثانیوں کے وقفہ کے بعد حوض کے دونوں حصّوں میں پانی کی بلندی مساوی ہو جائیگی (جامعہ ۱۸ء)۔

جب تک کہ پانی کی سطح چھوٹے برتن میں سوراخ کے مرکز تک پہنچتی ہے تو اخراج ایک آزاد اخراج ہے جو ایک منشوری ظرف سے ہوتا ہے۔ اور سوراخ کے مرکز سے پانی کی مشترک سطح تک ایک ایسا اخراج ہے جو ایک منشوری ظرف سے دوسرے میں ہوتا ہے۔

فرض کرو کہ و_1 و_2 بالترتیب ان اخراجوں کے وقت ہیں۔

اگر و_1 وقت کے آخر میں بڑے برتن میں سوراخ کے اوپر ارتفاع اَ ہو تو وقت و_1 میں بڑے برتن سے برآمد ہوگا ۲۱۳ $(\frac{3}{4}4 - \text{اَ})$۔ چھوٹے برتن میں درآمد ہوگا $27 \times \frac{1}{4}2$۔ اس سے ہم کو حاصل ہوا اَ = ۴۶۵ء۴ فٹ۔

پلیٹ ٦

وقت و۱ میں ارتفاع ۴٫۷۵۰ سے گھٹ کر ۴٫۴۶۵ ہو جاتا ہے ۔

$$\therefore\ \text{و}_1 = \frac{\text{۲ س}_1}{\text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج}}} \left\{ \sqrt{\text{۴٫۷۵۰}} - \sqrt{\text{۴٫۴۶۵}} \right\}$$

$$= \frac{\text{۲} \times \text{۲۱۳}}{\frac{\text{۵}}{\text{۸}} \times \frac{\text{۱}}{\text{۲}} \times \text{۸}} (\text{۲٫۱۷۹۴} - \text{۲٫۱۱۳۱})$$

$$= \text{۱۱٫۳۰ ثانیہ}$$

$$\text{و}_2 = \frac{\text{۲ س}_1 \text{س}_2 \sqrt{\text{اَ} - \text{۰}}}{\text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج}}\ (\text{س}_1 + \text{س}_2)}$$

$$= \frac{\text{۲} \times \text{۲۱۳} \times \text{۲۷} \sqrt{\text{۴٫۴۶۵}}}{\frac{\text{۵}}{\text{۸}} \times \frac{\text{۱}}{\text{۲}} \times \text{۸} \times \text{۲۴۰}}$$

$$= \text{۴۰٫۵۱ ثانیہ}$$

مجموعی وقت و = و۱ + و۲ = ۵۱٫۸۱ ثانیہ

(٦٦) ۔ اگر ارتفاع (اَ - لِ) سے گھٹ کر (ما - یا) ہو جائے تو (شکل ۴۵) سے :—

(اَ - لِ) سے صفر تک وقت ہوگا $\frac{\text{۲ س}_1 \text{س}_2 \sqrt{\text{اَ} - \text{لِ}}}{\text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج}}\ (\text{س}_1 + \text{س}_2)}$

(ما - یا) سے صفر تک وقت ہوگا $\frac{\text{۲ س}_1 \text{س}_2 \sqrt{\text{ما} - \text{یا}}}{\text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج}}\ (\text{س}_1 + \text{س}_2)}$

(اَ - لِ) سے (ما - یا) تک وقت ہوگا

$$\frac{\text{۲ س}_1 \text{س}_2}{\text{س ق} \sqrt{\text{۲ ج}}\ (\text{س}_1 + \text{س}_2)} \left(\sqrt{\text{اَ} - \text{لِ}} - \sqrt{\text{ما} - \text{یا}} \right)$$

مگر س۱ (اَ - ما) = س۲ (یا - لِ)

$$\therefore\ \text{یا} = \text{لِ} + \frac{\text{س}_1}{\text{س}_2} (\text{اَ} - \text{ما})$$

∴ (اَ - لِ) سے (ما - یا) تک وقت = و

پلیٹ

$$\therefore = \frac{س_۱ س_۲}{س ق \sqrt{۲ج} (س_۱ + س_۲)} \left\{ \sqrt{۲ (أ - ل)} - \sqrt{۲ \left(ما - ل - \frac{س_۱}{س_۲} (أ - ما) \right)} \right\}$$

$$\therefore و = \frac{۲ س_۱ \sqrt{س_۲}}{س ق \sqrt{۲ج (س_۱ + س_۲)}} \left\{ \sqrt{س_۲ (أ - ل)} - \sqrt{(س_۱ + س_۲) ما - س_۱ أ - س_۲ ل} \right\} \quad \text{......(۳۸)}$$

(٦٧) یہی نتائج بالراست ذیل کے طریقہ سے حاصل ہو سکتے ہیں:—
وقت فرو میں بڑے برتن کے اندر سطح کی بلندی کا گھٹاؤ فرما ہے
∴ حجم کا تغیر $س_۱$ فرما ہے۔
وقت فرو میں سوراخ سے اخراج ہے $س ق \sqrt{۲ج (ما - یا)}$ فرو

$$\therefore \frac{فرو}{فرما} = \frac{س_۱}{س ق \sqrt{۲ج (ما - یا)}} \quad گر \quad یا = ل + \frac{س_۱}{س_۲} (أ - ما)$$

$$\therefore \frac{فرو}{فرما} = \frac{س_۱ \sqrt{س_۲}}{س ق \sqrt{۲ج (س_۱ + س_۲)}} \times \frac{1}{\sqrt{ما - \frac{س_۱ أ + س_۲ ل}{س_۱ + س_۲}}}$$

$= و (ما - ک)^{-\frac{1}{2}}$ کے فرض کرو۔

$$\therefore و = و \int_{ما}^{أ} (ما - ک)^{-\frac{1}{2}} فرما = ۲ و \left\{ \sqrt{أ - ک} - \sqrt{ما - ک} \right\}$$

$$\therefore و = \frac{۲ س_۱ \sqrt{س_۲}}{س ق \sqrt{۲ج} \sqrt{س_۱ + س_۲}} \left\{ \sqrt{س_۲ (أ - ل)} - \sqrt{(س_۱ + س_۲) ما - س_۱ أ - س_۲ ل} \right\}$$

اگر اُس لحظہ تک کا وقت درکار ہو جب کہ دونوں سطوح ایک ہی لیول پر ہوں تو

$$ما = یا = ل + \frac{س_۱}{س_۲} (أ - ما)$$

$$\therefore ما = \frac{س_۱ أ + س_۲ ل}{س_۱ + س_۲} \quad اور \quad و = \frac{۲ س_۱ \sqrt{س_۲} \sqrt{أ - ل}}{س ق \sqrt{۲ج (س_۱ + س_۲)}}$$

باب پنجم کی مثالیں

(۱) ایک غرقاب توم کا رقبہ دریافت کرو جو ایک ۱۲۰ فٹ لمبے، ۲۰ فٹ چوڑے پن نالا حجرہ کو جب کہ اُٹھاؤ (Lift) ۱۰ فٹ ہو ۵ دقیقوں میں خالی کردے۔ (کلیہ ۱۸۹۸ء)۔ جواب ۱۰ مربع فٹ۔

(۲) دو غرقاب توموں کے ذریعہ جن میں سے ہر ایک دو فٹ مربع ہے ایک ایسے پن نالے کو بھرنا مقصود ہے جس کی لمبائی ۸۵ فٹ اور چوڑائی ۱۵ فٹ اور اٹھاؤ (Lift) ۱۰ فٹ ہو۔ بھرنے کا وقت دریافت کرو۔ (کلیہ ۱۸۸۲ء)۔ جواب ۳ دقیقہ ۲۱ ثانیہ۔

(۳) ایک پن نالا جس کے ابعاد ۱۸۹ اَ × ۲۰ اَ اور جس کا اٹھاؤ ۱۲ اَ ہے دو ٹُبلیوں کے ذریعہ سے جو ایک ایک دونوں طرف ہیں اور جن کے موکھے ۲ اَ × ۳ اَ کے ہیں اور دو ۲ اَ × ۲ اَ کواڑیوں کے ذریعے سے جو بالائی پھاٹکوں میں ہر ایک میں ایک ایک ہیں، بھرا جاتا ہے۔ ٹبلیوں کے فرش پانی کی بالائی سطح سے ۶ اَ نیچے ہیں۔ اور پھاٹکوں کے سوراخوں کی دہلیزیں اُن فرشوں سے ۶ اَ اوپر ہیں۔ اگر پھاٹکوں کی کواڑیوں کو ٹبلیوں سے ایک دقیقہ قبل کھول دیا جائے تو بتاؤ کہ کتنی دیر میں پن نالے کو بھرا جا سکتا ہے۔ (جامعہ ۱۸۹۲ء)۔ جواب ۲ دقیقہ ۳۵ ثانیہ۔

(۴) ایک نہری پن نالا دو توموں کے ذریعہ بھرا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک دو فٹ مربع ہے اور جن کی دہلیزیں نالے کے فرش سے ۱ فٹ اوپر اور نہر کے بالائی حصہ کے پانی کی سطح سے ۱۱ فٹ نیچے ہیں۔ اگر پانی ۶ فٹ کی گہرائی کے اوپر پن نالے کی بھرپور سطح تک ۴ دقیقوں میں چڑھے تو بتاؤ کہ پن نالے کا کیا رقبہ ہوگا۔ (کلیہ ۱۸۸۶ء)۔ جواب ۱۰۱۸۱ مربع فٹ۔

(۵) ایک نہری پن نالا ۱۸۰ فٹ لمبا اور $\frac{3}{4}$ ۷ فٹ چوڑا ہے اور اس کا اُٹھاؤ ۷ فٹ ہے۔ پن نالا حجرہ میں پانی کا داخلہ ایک ٹُبلیا کے ذریعہ ہوتا ہے

جس کا قطر ۲ فٹ ہے اور جس کے منفذ کی چوٹی پانی کے عین اُس لیول پر ہے جو نہر کے زیرین حصہ میں واقع ہو تو بتاؤ کہ پن تالے کو بھرنے میں کتنا وقت درکار ہوگا اگر اخراج کی قدر کو اکائی مان لیا جائے۔ (کلیہ ۱۸۸۳ء)
جواب ۲ دقیقہ ۱۲ ثانیہ۔

(۶) کس وقت میں ایک پن تالا ۲۰۰ فٹ لمبا اور ۲۰ فٹ چوڑا دو ایسے توموں کے ذریعہ بھرا جا سکتا ہے جن میں سے ہر ایک ۳ فٹ مربع ہو اور جو دروازہ میں ہوں جب کہ پن تالے کے اندر کا پانی، بالائی حصہ نہر کا پانی، اور توموں کی تہیں (پیندے) بالترتیب ۴ فٹ، ۱۲ فٹ، اور ۶ انچ پن تالا حجرہ کے فرش کے اوپر ہوں۔ (جامعہ ۱۸۷۵ء)
جواب ۴ دقیقہ ۱۲ ثانیہ۔

(۷) (ا) ایک نہری پن تالے کو جس کی لمبائی ۲۰۰ فٹ اور چوڑائی ۳۰ فٹ ہے دو توموں کے ذریعہ خالی کیا جاتا ہے جن میں سے ہر ایک ۲ فٹ چوڑا اور ۲ فٹ اونچا ہے اور جن کے زیرین اطراف پن تالے کی تہ سے ۲ فٹ اوپر ہیں تو بتاؤ کہ کس وقت میں پانی کی گہرائی گھٹ کر ۹ فٹ سے ۸ فٹ ہو جائے گی۔ پانی کی گہرائی نچلے حصہ میں ۴ فٹ ہے۔ جواب ۸۴ ثانیہ۔

(ب) اگر وقت کی ابتداء میں ارتفاع ا ہے اور آخر میں ارتفاع ل ہے تو بتاؤ کہ گہرائی بھی اسی وقت میں مساوی طریقہ پر کم ہو جائے گی بشرطیکہ اخراج ایک مستقل ارتفاع ک = $\left(\frac{\sqrt{ا} + \sqrt{ل}}{۲}\right)^۲$ کے تحت ہو رہا ہو (جامعہ ۱۸۷۶ء)

(۸) ایک پن تالا جو ۱۵۰ فٹ لمبا اور ۱۶ فٹ چوڑا ہے دو توموں کے ذریعہ خالی کیا جاتا ہے جو زیرین دروازے میں ہیں ان میں سے ہر ایک دو فٹ گہرا ہے اور ان کے مرکز تالے کے فرش سے ۳ فٹ اوپر ہیں۔ نہر کے بالائی اور زیرین حصوں میں پانی کے لیول بالترتیب ۱۲ فٹ اور ۵ فٹ پن تالے کے فرش کے اوپر ہیں۔ بتاؤ کہ توموں کی

چوڑائی کیا ہونی چاہیے تاکہ $2\frac{1}{2}$ دقیقے کے وقفہ میں حجرے کے اندر پانی کی گہرائی ۱۲ فٹ سے گھٹ کر ۶ فٹ ہو جائے۔ (جامعہ ۱۸۸۴ء) جواب ۲،۶ فٹ۔

(۹) ایک استوانی برتن میں جس کا قطر ۴،۵ انچ ہے ایک ۲ء انچ قطر کا سوراخ پانی کی سطح کے نیچے ۱۶ انچ گہرائی پر واقع ہے۔ مشاہدہ سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ ۱۵ ثانیوں میں پانی ۴ انچ نیچے اترتا ہے۔ تو بتاؤ کہ اخراج کی قدر کیا ہوگی۔ جواب ۶۰۶ء

(۱۰) پانی کے خزانہ میں جس کی اُفقی تراش کا رقبہ ۶۰۰ مربع فٹ ہے ایک گھنٹہ میں پانی ۴ فٹ نیچے اترتا ہے۔ ابتدائی حالت میں ارتفاع ۲۵ فٹ تھا۔ تو اُس مربع سوراخ کے ضلع کو دریافت کرو جس کے ذریعہ اخراج ہو رہا ہے اور جس کی قدر ۶۲ء ہے۔ جواب ۲ انچ۔

(۱۱) ایک استوانی حوض کا تعلق جس کی اُفقی تراش کا قطر ۶ فٹ ہے ایک دوسرے حوض سے جس کا قطر ۳ فٹ ہے ایک غرقاب ۱ انچ قطر والے نل کے ذریعہ کر دیا گیا ہے۔ اس نل کو کھولتے وقت چھوٹے حوض میں بڑے حوض کے مقابلہ میں پانی کا لیول ۴ فٹ زیادہ بلند تھا۔ تو بتاؤ کہ کس وقت میں پانی کی دونوں سطوح ایک ہی لیول پر آجائینگی۔ س = ۵،۰ء۔ جواب ۱۱ دقیقہ ۳۱ ثانیہ۔

(۱۲) ایک حوض سے دوسرے میں بذریعہ ایک غرقاب نل کے جس کی تراش ۴ مربع انچ ہے پانی کا اخراج ہوتا ہے۔ حوض جس سے کہ اخراج ہوتا ہے ۶ فٹ مربع ہے۔ اور حوض جس میں کہ یہ اخراج داخل ہوتا ہے ۲ فٹ مربع ہے۔ اگر پانی کے لیول کا ابتدائی فرق ۹ فٹ ہو تو بتاؤ کہ کتنے عرصہ میں پانی کی سطوح ایک ہی لیول پر پہنچ جائینگی۔ س = ۷ء۔ جواب۔ ۲ دقیقہ ۱۹ ثانیہ۔

(۱۳) دو گودیاں (Docks) جن کی دیواریں انتصابی ہیں ان کے سطحی رقبے ۱۰ ایکڑ اور ۶ ایکڑ ہیں اور ان دونوں کا تعلق دو دروازوں کے

ذریعہ ہے جن میں سے ہر ایک میں ۴ فٹ مربع کے دو تومم ہیں ان کے سل (Sills) تہ کے لیول پر ہیں ۔ جب بڑی گودی میں پانی کی گہرائی ۲۹ فٹ ہے اور چھوٹی میں ۴ فٹ اس وقت تختوں کو کھول دیا بتاؤ کہ کتنے وقفہ کے بعد دونوں گودیوں میں پانی کی بلندی ایک ہی ہوجائیگی ۔ اور اس وقت اس کی گہرائی کیا ہوگی ۔ (جامعہ ۱۸۹۱ء)۔جواب (۱) ۲ گھنٹے ۵۰ دقیقہ (۲) ۱۹٫۶۳۵ فٹ

(۱۴) ایک بن نالا ۱۵۰ فٹ لمبا، ۲۰ فٹ چوڑا ہے اور اٹھاؤ (Lift) ۱۰ فٹ ہے دو توموں کے ذریعہ بھرا جاتا ہے ۔ جن میں سے ہر ایک ۴ فٹ گہرا اور $2\frac{1}{2}$ فٹ چوڑا ہے ۔ اور جن کے مرکز نہر کے بالائی حصے کے پانی کے لیول سے ۶ فٹ نیچے ہیں ۔ اور بن نالا انہی ابعاد کے دو غرقاب توموں سے خالی بھی کیا جاسکتا ہے ۔ بتاؤ کہ نالے کو بھرنے اور خالی کرنے میں کتنا وقت درکار ہوگا ۔ (جامعہ ۱۸۸۹ء) ۔ جواب (۱) ۳ دقیقہ ۱۶ ثانیہ (۲) ۳ دقیقہ ۱۰ ثانیہ ۔

باب ششم

نلوں میں پانی کا بہاؤ

مضامین

سیالی رگڑ کے کلیے	نقصانِ ارتفاع بوجہ رفتارِ داخلہ
رگڑ کی قدر	سیفن نوم
نلوں میں رفتار	خطِ نل کا میلان
مائی اوسط نصف قطر	ارتفاع کے معمولی نقصانات کہنیاں،
مجازی اُتار، یا مائی ڈھال	خم، سکرائو، اضافے
رفتار اور مجازی ڈھال	شاخدار صدر نل
ڈارسی (Darcy) کی قیمتیں رگڑ کی قدر کی	نل جو بھرے ہوئے نہ بہ رہے ہوں
رفتار اور اخراج	ڈوپٹ (Dupuit) کی مساوات
عملی سوالات	دھاریں
چھوٹے نل	مثالیں

(۶۸) **سیالی رگڑ** — جب کبھی پانی کی رَو ایک ایسے نل یا نہر میں داخل ہوتی ہے جس کا ڈھال یا اُتار مقررہ ہو تو یہ مشاہدہ ہوتا ہے کہ ڈھال خواہ کچھ ہی ہو رفتار بہت جلد یکساں قائم ہو جاتی ہے جس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ رَو کے اطراف کی وجہ سے حرکت میں جو مزاحمت ہوتی ہے وہ

پلیٹ

قوتِ جاذبہ کا پورا پورا توازن کر دیتی ہے، اور نیز یہ بھی معلوم ہوتا ہے کہ مقدارِ مزاحمت کا انحصار رفتار پر ہوتا ہے۔ مزاحمت کی نوعیت کو جسے سہولت کی غرض سے فرکی (Frictional) کہتے ہیں اس حقیقت کی وجہ سے سمجھی جائیگی کہ اطراف کے کھردرے پن سے پانی کی رَو میں گرداب پیدا ہوتے ہیں جس کی وجہ سے سیالی ریشے ایک دوسرے کو کاٹتے ہیں اور اس طرح نالے کی روانی کے خط میں ان کی رفتاروں سے رکاوٹ پیدا ہو جاتی ہے۔ اطراف کے قریب کے ریشوں کی رفتار بہ نسبت اُن کے جو پانی کی تراش کے مرکز کے قریب ہوں کم ہوتی ہے۔ بہر حال تمام ریشوں کی اوسط رفتار یکساں ہوتی ہے اور سیال کے متعلق یہ خیال کیا جا سکتا ہے کہ وہ مسطح پرتوں میں جو رَو کی آڑی تراش کے متوازی ہوں بہ رہا ہے۔

سیال اور ٹھوس سطوح کے مابین کلیاتِ رگڑ حسب ذیل ہیں :۔

۱۔ رگڑ کی مزاحمت ٹھوس سطح کی نوعیت کے ساتھ متغیر ہوتی ہے لیکن دباؤ کا اس پر کچھ اثر نہیں ہوتا۔

۲۔ رگڑ کی مزاحمت بڑی سطحوں کے لیے سطحوں کے رقبوں کے متناسب ہوتی ہے۔

۳۔ معمولی رفتاروں کے لیے، فرکی مزاحمت رفتاروں کے مربع کے ساتھ تقریباً متغیر ہوتی ہے۔ بہت قلیل رفتاروں کے لیے جو ایک انچ فی ثانیہ سے زائد نہ ہوں فرکی مزاحمت رفتاروں کے ساتھ تقریباً متغیر ہوتی ہے۔

فرض کرو کہ سطحِ تماس کا رقبہ قَ ہے۔ ک مزاحمت پاؤنڈوں میں جب کہ رفتار ایک فٹ فی ثانیہ ہو۔ م مزاحمت جب کہ رفتار ر فٹ فی ثانیہ ہو تو معمولی رفتاروں کے لیے کلیاتِ بالا کی رُو سے م = ک × قَ × ر۲ اگر مہ = $\frac{۲ ج ک}{و}$ تو

$$م = \frac{مہ \times و \times قَ \times ر^۲}{۲ ج} \quad \text{.......... ۲۹}$$

یہاں مہ سے مراد رگڑ کی قدر ہے۔ اس کی قیمتیں (جو ک کی قیمتوں سے

پلیٹ ٦

کچھ زیادہ مختلف نہیں ہوتیں) تجربے سے معلوم کی جاتی ہیں۔ مثلاً پوری طرح رنگ چڑھائے ہوئے لوہے کے لیے 'مہ = ۰۰۴۹ء' اور وارنش کی ہوئی سطح کے لیے مہ = ۰۰۲۶ء —

(۶۹)۔ نلوں میں رفتار —— فرض کرو کہ نل کا میلان افق کے ساتھ قَ ہے۔

ڈ انتصابی اُتار فٹوں میں طول ل میں
ق پانی کی تراش کا رقبہ
ب اس کا تر شدہ گھیر

اور یہ تصور کر لو کہ نل کے پورے طول میں دباؤ یکساں ہے فرکی مزاحمت سطح تر کے اور رفتار کے مربع کے ساتھ متغیر ہوتی ہے یعنی م = ک ب ل ر² جہاں ک سے مراد کوئی مقدار مستقلہ ہے۔ پانی کی مقدار ق ل بلندی ڈ تک گرنے میں و ق ڈ ل کام کرتی ہے۔ مزاحمت پر غلبہ ل طول میں حاصل کیا جاتا ہے۔ مزاحمت پر جو کام صرف ہوتا ہے وہ م ل = ک ب ل² ر²۔

ان مقادیر کو مساوی ہونا چاہیے ∴ $\frac{\text{ک ر}^2}{\text{و}} = \frac{\text{ق} \times \text{ڈ}}{\text{ب} \times \text{ل}}$ یعنی $\frac{\text{۲ج ک}}{\text{و}} \times \frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}} = \frac{\text{ق}}{\text{ب}} \times \frac{\text{ڈ}}{\text{ل}}$ یا اگر ہم $\frac{\text{۲ج ک}}{\text{و}}$ کے لیے مہ لکھیں تو $\frac{\text{مہ ر}^2}{\text{۲ج}} = \frac{\text{ق}}{\text{ب}} \times \frac{\text{ڈ}}{\text{ل}}$

جہاں مہ سے مراد رگڑ کی قدر ہے۔ جس کی قیمت تجربہ سے تعین کرنی چاہیے۔ نسبت $\frac{\text{ق}}{\text{ب}}$ کو ماقوائی اوسط عمق (م' ا' ع) کہا جاتا ہے۔ یا ماقوائی اوسط نصف قطر (م' ا' ن) کہتے ہیں۔ کیونکہ اگر تر شدہ گھیر کی گولائی کو پھیلا دیا جائے اور نہر کو اس پر پھیلایا جائے تو $\frac{\text{ق}}{\text{ب}}$ وہ عمق ہوگا جو تمام پر یکساں ہوگا۔ ماقوائی اوسط نصف قطر علی العموم ن سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ نسبت $\frac{\text{ڈ}}{\text{ل}}$ ڈھال کا جیب ہے اور اسے ڈ سے تعبیر کیا جاتا ہے۔

لہذا $\frac{م \times ر^2}{2ج} = ن ڈ$ (۴۰)

(۷۰) مجازی ڈھال

—— مساوات (۴۰) کی تبدیلی سے $ا = \frac{م ل}{ن} \times \frac{ر^2}{2ج}$ یہ نل کی مزاحمت پر غلبہ پانے کے لیے مطلوبہ ارتفاع ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ ایک اور ارتفاع $ا_1$ درکار ہوگا یہ رفتار پیدا کرنے کے لیے اور نل کے داخلے پر کے سکڑاؤ کی مدافعت کے لیے ہوگا۔ فرض کرو کہ ج د شکل ۴۶ کسی پانی کے خزانہ کا ایک نل ہے جو ہوا میں اخراج کر رہا ہے۔ نل کے مقام اخراج پر مجموعی ارتفاع ی گ ہے۔ فرض کرو کہ ی ف، $ا_1$ تعبیر کرتا ہے تو ف گ، ارتفاع ا ہوگا جو مزاحمت کے مقابلہ کے لیے درکار ہے۔ ف د کو ملاؤ۔ چونکہ مزاحمت کا ارتفاع ا مساوات (۴۰) کی رُو سے ل کے متناسب ہے۔ مثلث ف د گ کا معین ک ل ۴ نل کے کسی نقطہ ل پر کے اُس ارتفاع کو ظاہر کرتا ہے جو نل کے حصہ ل د میں مزاحمت پر غالب آنے کے لیے مطلوب ہوتا ہے۔ لہذا اگر ایک انتصابی نل ل پر داخل کر دیا جائے تو پانی اُس نل میں ک کے مقام تک چڑھیگا اور نل میں دباؤ اُس مقام پر و × ک ل ہوگا۔ خط ف د کو نل کا مجازی ڈھال یا ماقوائی ڈھال کہتے ہیں۔ اگر نل ف د پر ڈال دیا جائے تو اس سے وہی رفتار اور اخراج حاصل ہوگا لیکن پانی پورے نل میں بلا کسی دباؤ کے بہیگا۔ اسی طرح د اور پانی کے خزانے کے مابین کوئی سے بھی مستقیم یا منحنی خط پر نل ڈالا جا سکتا ہے۔ بشرطیکہ نل کا خط پورا مجازی ڈھال ف د سے نیچے واقع ہو۔ اگر نل کا خط ن و مجازی ڈھال کے اوپر واقع ہو تو نل، سیفن کا عمل کریگا (دفعہ ۸) اور بھرا ہوا بہیگا۔ بشرطیکہ و ب ۳۴ فٹ سے زاید نہ ہو۔ عملاً ہوا پانی سے جدا ہو جاتی ہے اور و پر جمع ہونیکی طرف مائل رہتی ہے اس کا سبب یہ ہے کہ مجازی ڈھال پر عمل کرنے والا دباؤ کرۂ ہوائی کا دباؤ ہوتا ہے اور و پر عمل کرنے والا دباؤ ضرور اس سے کم ہونا چاہیے۔ اس وجہ سے نل بھرا ہوا نہیں بہیگا۔ اس صورت کے حل کرنے کے طریقے کو آگے چل کر بیان کیا جائیگا (دفعہ ۷۶)۔

چونکہ ک م وہ ارتفاع ہے جو کہ طول ل د میں مزاحمت پر غلبہ کے لیے درکار ہے۔ اس لیے ک ق ارتفاع نل کے ل ج حصہ میں مزاحمت پر غالب آنے کے لیے ضروری ہوگا۔ اب رفتار پیدا کرنے کے لیے جس ارتفاع کی ضرورت ہے وہ ر ق ہے۔ اس لیے اگر نل کے کسی نقطہ ل پر کا مجموعی نقصان ارتفاع طول ج ل میں رگ ہو اور اس کو ی ا سے پرسے نیچے مرتسم کیا جائے تو مجازی ڈھال پر ایک نقطہ ک ملیگا اور ک اور نل کے مابین خط کا حصہ اگر باقی رہا تو ل پر کے دباؤ کو تعبیر کریگا۔ اگر نل کے اختتام د کو کواڑی سے بند کر دیا جائے تو پانی انتھائی نل میں ر تک چڑھ جائیگا اور ل پر کا مجموعی ارتفاع ل ر دباؤ پیدا کرنے میں کام آئیگا۔

اگر نل کو کسی خاص دباؤ کے تحت بہانا ہو جیسا کہ عام طور پر شہروں میں پانی پہنچانے کے لیے ضروری ہوتا ہے تو اس دباؤ کے مطابق ارتفاع د ص کو قائم کرلو اس صورت میں مجازی ڈھال ف ص ہوگا۔ شہروں میں موثر طور پر آگ بجھانے کے کام کے لیے د ص ۵۰ سے ۷۵ فٹ تک ہونا چاہیے۔

نلوں کے لمبے لمبے سلسلوں میں ارتفاع ی ف مجموعی ارتفاع کے مقابلہ میں اس قدر قلیل ہوتا ہے کہ اُسے نظر انداز کیا جاسکتا ہے اور ایسے نلوں کی صورت میں ہمیں صرف مساواتوں $\frac{مہ \times ر^2}{2ج}$ = ن ڈ اور خ = ق ر کو حل کر لینا کافی ہے۔ تاکہ رفتار اور اخراج معلوم ہوجائیں۔ چھوٹے نلوں کی صورت کو بعد میں بیان کیا جائیگا (دفعہ ۷۴)۔ یہ اچھی طرح ذہن نشین رکھنا چاہیے کہ ڈھال ڈ جس کا ذکر پہلے جملوں میں آچکا ہے مجازی ڈھال ہے۔ اس کے لیے یہ ضروری نہیں کہ خاص نلوں کا بھی یہی ڈھال ہو۔

(۷۱) رفتار اور مجازی ڈھال ــــ نتیجہ (۴۷) کو دباؤ کا لحاظ کرتے ہوئے بطریقۂ ذیل حاصل کیا جاسکتا ہے۔ نل کے ایک طول ج ج٫ = ل پر غور کرو (شکل ۴۷) اور فرض کرو کہ وقت وؔ میں حجم

پلیٹ ٦

ج۱ ج۲ مقام د۱ د۲ پر جا پہنچتا ہے ۔ مان لو کہ نل کی تراش کا رقبہ ق ہے اور خ اخراج فی ثانیہ ہے ۔

فرض کرو کہ د۱ د۲ نقاط ج۱ ج۲ پر دباؤ ہیں ۔ ظ۱ ظ۲ ان نقاط کے ارتفاع بنیادی خط پر ہیں ۔ نل کا جو حصہ زیر غور ہے اس میں پانی ر رفتار سے داخل ہوتا ہے ، اور اسی رفتار سے خارج ہوتا ہے ۔ اس طور پر توانائی بالفعل میں کوئی تغیر نہیں ہوتا ۔ لہٰذا توانائی بوجہ جاذبہ جمع توانائی بوجہ دباؤ = توانائی جو مزاحمت پر غالب ہونے میں صرف ہوتی ہے ۔ حجم ج۱ ج۲ کا انتقال د۱ د۲ کے محل تک ج۱ د۱ کے ج۲ د۲ تک کے انتقال کا معادل ہے ۔ یعنی وزن و ق (ج۱ د۱) جو برابر ہے و × خ وَ (وقت) کے ظ۱ - ظ۲ ارتفاع میں سے نیچے گر جاتا ہے ۔

∴ توانائی بوجہ جاذبہ = و خ وَ (ظ۱ - ظ۲) ۔

توانائی بوجہ دباؤ = د۱ ق (ج۱ د۱) - د۲ ق (ج۲ د۲) = (د۱ - د۲) خ وَ ۔

سطح ب × ل کی مزاحمت مساوات (۳۹) کی رو سے = مہ و ب ل $\frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$

مزاحمت کی توانائی = مہ و ب ل $\frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$ (ج۱ د۱) = مہ و ب ل $\frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$ ر وَ

پس و خ وَ (ظ۱ - ظ۲) + (د۱ - د۲) خ وَ = مہ و ب ل $\frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$. $\frac{\text{خ}}{\text{ق}}$. وَ

∴ ظ۱ - ظ۲ + $\frac{\text{د۱}}{\text{و}}$ - $\frac{\text{د۲}}{\text{و}}$ = مہ $\frac{\text{ب}}{\text{ق}}$ ل $\frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$

مگر ($\frac{\text{د۱}}{\text{و}}$ + ظ۱) - ($\frac{\text{د۲}}{\text{و}}$ + ظ۲) سطحی اُتار ا ہے ۔

∴ مہ $\frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$ = $\frac{\text{ق}}{\text{ب}}$. $\frac{\text{ا}}{\text{ل}}$ = ن ڈ

(٦۲) رگڑ کی قدر یا فر کی قدر —— کسی خاص نوعیت کی سطح کے لیے فر کی قدر مہ کی قیمت مستقل نہیں ہوتی بلکہ اس کی قیمت رفتار کے ساتھ بدلتی رہتی ہے ۔ اس لیے ہم جیسا کہ دابوسان[1]، اتلوئین[2] اور پرونی[3] نے

[1] D' Aubuisson   [2] Eytelwein   [3] Prony

پلیٹ

تجویز کیا ہے مہ = ل + ب/ر کی شکل میں لکھ سکتے ہیں۔ ڈارچی[1] کے تجربات سے جو پیرس میں کیے گئے ہیں ظاہر ہوتا ہے کہ ایسے نلوں کے لیے جو کچھ عرصہ تک استعمال ہوتے رہے ہوں مہ کی قیمت پر ابتدائی سطح کی نوعیت کا کچھ بہت اثر نہیں ہوتا مہ کی قیمت کا بڑا انحصار رفتار پر ہوتا ہے۔ اب رفتار کی قیمت √ن ڈ کے ساتھ متغیر ہوتی ہے اور ڈارچی نے یہ معلوم کیا ہے کہ عملی مقاصد کے لیے قدر کو (ماٰوائی اوسط نصف قطر) م ، ا ، ن کی رقموں میں ظاہر کیا جا سکتا ہے یا نل کے قطر کی رقموں میں۔ اس طرح مہ = ل (۱ + بہ/قَ) یہاں قَ سے مراد نل کا قطر فٹوں میں ہے۔ بہ = ۰۸۴ء = ۱/۱۲ تقریباً، ل = ۰۰۵ء نئے لوہے کے نلوں کے لیے یا ۰۱ء اُن نلوں کے لیے جو کچھ عرصہ مستعمل رہے ہوں۔

لہٰذا نئے نلوں کے لیے مہ = ۰۰۵ء (۱ + ۱/۱۲قَ) ......(۴۱)

مستعملہ نلوں کے لیے مہ = ۰۱ء (۱ + ۱/۱۲قَ) ......(۴۲)

یہ قیمتیں صرف معمولی رفتاروں کی صورتوں میں درست ہیں جب کہ رفتاروں کی قیمتیں ۴ انچ فی ثانیہ سے زاید ہوں۔ دیکھو دفعہ ۶۸۔

(۷۳) رفتار اور اخراج ــــ مساوات (۴۰) کی رو سے

ر = √(۲ج/مہ) √(ن ڈ) = س √(ن ڈ)

اگر قَ فٹوں میں نل کا قطر ہو تو م ، ا ، ن ہوگا

πقَ²/۴ ÷ π قَ = قَ/۴

∴ ر = س/۲ √(قَ ڈ) اور خ = πقَ²/۴ × ر

س کی قیمتیں مختلف جسامت کے نلوں کے لیے مساوات (۴۱) یا (۴۲) کی رو سے بطریق ذیل بہ آسانی معلوم کیجا سکتی ہیں :—

[1] Darcy

پلیٹ

نل کا قطر	س کی قیمتیں	
	نئے نل	پرانے نل
½ انچ قَ = $\frac{1}{24}$	۶۵	۴۶
۱ انچ قَ = $\frac{1}{12}$	۸۰	۵۶
۳ انچ قَ = $\frac{1}{4}$	۹۸	۷۰
۶ انچ قَ = $\frac{1}{2}$	۱۰۵	۷۴
۱۲ انچ قَ = ۱	۱۰۹	۷۷
۲۴ انچ قَ = ۲	۱۱۱	۷۸
۳۶ انچ قَ = ۳	۱۱۲	۷۹

قدروں کو ترسیمی طریقے پر تختی ۷ میں دکھایا گیا ہے۔
پانی کے صدر نلوں کے متعلق کچے یا آزمائشی حل کے لیے س کو ۸۰ لیا جاسکتا ہے۔
تب مستعملہ نلوں کے لیے (نلوں کا مجوزہ نقشہ بناتے وقت اس بات کا لحاظ ضروری ہوتا ہے کہ اُن نلوں سے جو کچھ عرصہ استعمال میں آ چکے ہوں مطلوبہ اخراج حاصل ہو)

$$ر = ۳۹ \sqrt{قَ . ڈ} \quad \text{.......} \quad (۴۳)$$

$$خ = \frac{\pi قَ^2}{۴} . ر \quad \text{.......} \quad (۴۴)$$

مساوات (۴۳) اور (۴۴) کی رو سے

$$خ = \frac{۳۹ \times ۲۲}{۴ \times ۷} قَ^2 \sqrt{قَ ڈ}$$ اور

ق = ۴۵ء۲۵۴۵ $\sqrt[5]{\frac{خ^2}{ڈ}}$ .... (۴۵)

ان مساوات سے اگر مقادیر ق، ڈ، ر، خ میں سے کوئی سی دو مقداریں معلوم ہوں تو باقی کی دو معلوم کی جاسکتی ہیں۔

کسی نئے نل کے لیے حل کرنے کی صورت میں مساوات (۴۳)

ر = ۵۵ $\sqrt{ق\,ڈ}$ ہو جاتی ہے۔ جس سے ق = ۲۲۲۰ء $\sqrt[5]{\frac{خ^2}{ڈ}}$ ۔

اس سے ظاہر ہے کہ اگر مزاحمت کی قدر مہ کو دو چند کردیا جائے تو کسی خاص اخراج کے لیے مطلوبہ نل کے قطر کو تقریباً ۱۳ فی صد بڑھانا ہوگا۔

حسب ذیل وہ انتہائی رفتاریں ہیں جنھیں صدر نل اور اُن کی شاخوں میں جائز رکھا جاسکتا ہے۔

قطر انچوں میں	۴	۸	۱۲	۱۸	۲۴	۳۶
رفتار فٹ فی ثانیہ میں	۲ء۵	۳ء۰	۳ء۵	۴ء۰	۵ء۵	۶ء۵

مثال ۳۷۔ (ا) ۴ فٹ قطر کے ایک میل لمبے نل کا کیا اخراج ہوگا جسکا ڈھال ۵۲۸۰ میں ۱ ہو اور جس کا ارتفاع درآمد منفذ کے مرکز پر ۱۱ فٹ ہو؟
(ب) اس ارتفاع میں کتنی زیادتی کرنی ہوگی تاکہ اخراج دوچند ہو جائے۔
(ج) ۱ فٹ قطر کے کتنے نل اُتنا ہی اخراج دینگے جتنا کہ ۴ فٹ قطر کے نل سے ہوتا ہے۔ (جامعہ ۱۹۳۵ء)۔

(ا) ر = ۳۹ $\sqrt{ق\,ڈ}$ = ۳۹ $\sqrt{۴ \times \frac{1}{۴۴۰}}$ = $\frac{۳۹}{\sqrt{۱۱۰}}$

خ = $\frac{\pi\,ق^2}{۴}$.ر = $\frac{۲۲}{۷} \times \frac{۱۶}{۴} \times \frac{۳۹}{\sqrt{۱۱۰}}$ = $\frac{۴۹۰ء۳}{\sqrt{۱۱۰}}$

= ۴۹ مکعب فٹ فی ثانیہ

اور جب نل نیا ہو تو اخراج مساوی ہوگا $\frac{۵۵}{۳۹} \times ۴۹ = ۶۹$ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(ب) اخراج، رفتار کے متناسب ہے اور ارتفاع، رفتار کے مربع کے ساتھ متغیر ہے، اس لیے اخراج کو دوچند کرنے کے لیے ارتفاع کو چہار چند کرنا ہوگا۔

(ج) خ کا تغیر قَ$^{\frac{۵}{۲}}$ کے مطابق ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ خ$_۱$ ایک فٹ کے نل کا اخراج ہے۔ تب خ$_۱$ = $(\frac{۱}{۴})^{\frac{۵}{۲}}$ خ = $\frac{۱}{۳۲}$ خ اس لیے ۳۲، ۱۲۔انچی نل درکار ہوں گے۔

مثال ۳۸۔ اس نل کا قطر معلوم کرو جس کا طول ۱۲۱۰۰ فٹ، اور جس کے نچلے سرے پر ارتفاع ۹ فٹ ہے اور جس کو ۶ گھنٹوں میں ۱۰ گیلن فی کس کے حساب سے ۴۰۰۰۰ کی آبادی کو بہم پہنچانا ہے۔ (جامعہ ۱۸۸۶ء)

$$\text{خ} = \frac{\frac{۱}{۶\frac{۱}{۴}} \times ۱۰ \times ۴۰۰۰۰}{۶۰ \times ۶۰ \times ۶} = \frac{۸۰۰}{۲۷} \text{ مکعب فٹ}$$

$$\text{ڈ} = \frac{۹}{۱۲۱۰۰}$$

$$\text{قَ} = ۲۵۴۵ء \sqrt[۵]{\left(\frac{۸۰۰}{۲۷}\right)^{۲} \times \frac{۱۲۱۰۰}{۹}} = ۱۷ء۴ \text{ فٹ یا ۵۰ انچ}$$

اور نئے نل کا قطر جس سے مطلوبہ اخراج حاصل ہو برابر ہوگا۔

$$\frac{۲۲۲۰}{۲۵۴۵} \times ۵۰ = ۴۴ \text{ انچ}$$

اگر زیادہ صحت ملحوظ ہو یا اگر نل چھوٹے ہوں تو ہمیں حسب ذیل کلیے استعمال کرنے چاہئیں۔

$$\text{ر} = \sqrt{\frac{۲\text{ج}}{\text{مہ}}\text{ن ڈ}} = \sqrt{\frac{\text{ج}}{۲\text{مہ}}}\sqrt{\text{قَ ڈ}} \quad \text{............} (۴۶)$$

$$\text{مہ} = ۰۱ء \left(۱ \times \frac{۱}{۱۲\text{قَ}}\right) \text{ یا مہ} = ۰۰۵ء \left(۱ + \frac{۱}{۱۲\text{قَ}}\right) \text{...} (۴۷)$$

$$\text{خ} = \frac{\pi \text{قَ}^{۲}}{۴} \times \text{ر} \quad \text{............} ۴۸$$

اگر قَ اور ڈ، قَ اور ر، قَ اور خ یا ر اور ڈ، معلوم ہوں تو دوسری

دو مقداریں فوراً حاصل کی جا سکتی ہیں ۔ لیکن اگر ڈ اور خ معلوم ہوں جیسا کہ عام طور پر نل کا جوڑ نقشہ بنانے میں عملاً پیش آتا ہے تو قَ کی قیمت تقریبی طریقہ پر معلوم کرنی ہو گی ۔ تقریبی مساوات قَ = ۵۴۵ء۲ $\sqrt[5]{\frac{خ^2}{ڈ}}$ کو اگر قَ کے لیے حل کیا جائے تو مہ کی قیمت کافی صحیح معلوم ہو جائے گی ۔

تب خ = $\frac{\pi}{4}$ قَ^{2} $\sqrt{\frac{ج}{4 مہ}}$. قَ . ڈ جس سے قَ^{5} = $\frac{خ^2 مہ}{ڈ \pi^2}$

مثال (۳۹) ۔ مثال ۳۷ (ب) کو لو ۔ مہ = ۰۱ء (۱ + $\frac{1}{48}$) = ۰۱۰۲ء

خ = $\frac{16 \times 22}{4 \times 7} \sqrt{\frac{32}{0.0204} \times 4 \times \frac{1}{440}}$ = ۴۶ء۴۷ مکعب فٹ فی ثانیہ

مثال (۴۰) ۔ مثال ۳۸ کو لو :۔ تقریبی ضابطہ کی رو سے ہمیں قَ = ۱۷ء۴ حاصل ہوتا ہے ۔

∴ مہ = ۰۱ء (۱ + $\frac{1}{50}$) = ۰۱۰۲ء

قَ^{5} = $\frac{خ^2 مہ}{ڈ \pi^2}$ = $\left(\frac{800}{27}\right)^2$ × ۰۱۰۲ء × $\left(\frac{7}{22}\right)^2$ × $\frac{12100}{9}$

جس سے قَ = ۱۴ء۴ فٹ ۔

مثال (۴۱) ۔ ایک ۴ انچی نل کی صدر شاخ (شکل ۴۸) جو ایک سڑک پر ڈالی گئی ہے ہر ایک گھر کو $\frac{3}{4}$ انچ کے خانوی نل کے ذریعہ پانی بہم پہنچایا جاتا ہے ۔ ان میں سے ایک خانوی نل جو ۲۷ فٹ لمبا ہے اس پر کا سب سے اونچا مقام صدر نل سے ۴۳ فٹ بلندی پر ہے ۔ اگر صدر نل میں دباؤ $15\frac{1}{2}$ پونڈ فی مربع انچ ہو تو خانوی نل کی چوٹی سے کتنے گیلن فی دقیقہ کا اخراج حاصل ہو سکتا ہے؟ صدر نل سے کتنے گھروں کو پانی بہم پہنچایا جا سکیگا ۔

صدر نل کی شاخ کا ارتفاع $\frac{د}{و}$ = $\frac{144 \times 15\frac{1}{2}}{62\frac{1}{2}}$ = ۳۶ فٹ ۔

خانوی نل کا مجازی ڈھال $\frac{2}{72}$ = $\frac{1}{36}$

پلیٹ

$$\text{قَ} = \frac{۳}{۴}\ \text{انچ} = \frac{۱}{۱۶}\ \text{فٹ}،\ \text{مہ} = ۱ء۰ \left(۱ \times \frac{۱}{۱۲\ \text{قَ}}\right) = ۰۲۳ء۰ =$$

$$\text{س} = \sqrt{\frac{۲\text{ج}}{\text{مہ}}} = \frac{۸}{۰۱۵ء} = ۵۳$$

$$\text{خ} = \frac{\pi\ \text{قَ}^۲}{۴}\ \text{س} \sqrt{\frac{\text{قَ}}{۴}\ \text{ڈ}} = \frac{۲۲}{۲۸} \times \frac{۱}{(۱۶)^۲} \times \frac{۵۳}{۲} \sqrt{\frac{۱}{۱۶} \times \frac{۱}{۳۶}}$$

جس سے اخراج فی دقیقہ = ۰۳ء۲ مکعب فٹ = $\frac{۱}{۴}$ ۱ گیلن تقریباً
گھروں کی تعداد جن کو پانی بہم پہنچایا جاسکتا ہے یعنی $\frac{۳}{۴}$ انچ قطر کے خانوی نلوں کی تعداد جن سے تقریباً اتنا ہی اخراج حاصل ہوگا جتنا کہ ۴ انچ قطر کے صدر نل سے حاصل ہوتا ہے ۔ $\left(۴ \div \frac{۳}{۴}\right)^{\frac{۵}{۲}} = ۶۵$ ہوگی ۔

(۴۷)۔ **چھوٹے نل** ـــــ چھوٹے نلوں میں رفتار پیدا کرنے کے لیے اور داخلہ کے سکڑاؤ پر غالب آنے کے لیے جس ارتفاع کی ضرورت ہے اس کو حساب کرتے وقت شامل کرنا ضروری ہے ۔ عمومی استوانی داخلہ (دفعہ ۲۰) کے لیے س = ۸۲ء اور سلس = ۱ ∴ سر = ۸۲ء ۔ پس اگر نل میں حقیقی رفتار ر ہو اور اس رفتار کو پیدا کرنے والا اور مزاحمت بوقت داخلہ پر غالب آنے والا ارتفاع ڈ ہو تو $\text{ر} = ۸۲ء \sqrt{۲\text{ج ڈ}}$

$$\therefore \text{ڈ} = ۱ء۵ \frac{\text{ر}^۲}{۲\text{ج}} ۔$$

مساوات (۴۰) کی رو سے مزاحمت پر غالب آنے کے لیے ضروری ارتفاع $\text{ا} = \text{مہ} \frac{۴\text{ل}}{\text{قَ}} \times \frac{\text{ر}^۲}{۲\text{ج}}$ ۔ پس $\text{اَ} = \text{ا} + \text{ڈ} = \left(۱ء۵ + \frac{\text{مہ} \times ۴\text{ل}}{\text{قَ}}\right) \frac{\text{ر}^۲}{۲\text{ج}}$

$$\text{اور ر} = \sqrt{\frac{۲\text{ج} \times \text{اَقَ}}{۱ء۵\ \text{قَ} + ۴\ \text{مہ ل}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۴۹)$$

اس جملہ سے حقیقی رفتار معلوم کی جاسکتی ہے یا حقیقی رفتار معلوم کرنے کے لیے ہم طریقۂ ذیل استعمال کرسکتے ہیں :۔

پلیٹ

رفتار اور اسی لیے اخراج $\sqrt{ا}$ کے متناسب ہوتا ہے۔ ایک دیے ہوئے نل میں رفتار ر معلوم کرنے کے لیے فرض کرو کہ رفتار رَ ہے۔ ان ارتفاعوں کی قیمتوں کا تخمینہ کرو جو رفتار رَ پیدا کرنے کے لیے اور مزاحمت پر غالب آنے کے لیے درکار ہونگے اور اُن کو جمع کرلو۔ تب

$$\frac{ر}{رَ} = \sqrt{\left\{\frac{\text{حقیقی ارتفاع}}{\text{تخمینی ارتفاع}}\right\}}$$

مثال (۴۲)۔ ایک ۱۵ فٹ لمبے ۱۲ انچی نل کا اخراج معلوم کرو جب کہ ارتفاع ۴ فٹ ہے۔ رفتار کو ۱۰ فٹ فی ثانیہ تصور کرو۔

$$(۱۰)^۲ = (۳۹)^۲ \, قَ \, ڈ = ۱۵۲۱ \, \frac{ا}{۱۵} ، \quad \therefore ا = \frac{۱۵۰۰}{۱۵۲۱} = ۰٫۹۹$$

$$اَ = (۱٫۵) \frac{ر^۲}{۲ج} = \frac{۳}{۲} \times \frac{۱۰۰}{۶۴} = ۲٫۳۴$$

∴ مجموعی ارتفاع = ۳٫۳۴ فٹ

لیکن حقیقی ارتفاع ۴ فٹ ہے، ∴ حقیقی رفتار $= ۱۰ \sqrt{\frac{۴}{۳٫۳۴}}$

$= ۱۰٫۹۵$ فٹ فی ثانیہ

$$خ = \frac{\pi \, قَ^۲}{۴} \times ر = \frac{۲۲}{۷} \times \frac{۱}{۴} \times ۱۰٫۹۵ = ۸٫۶$$ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

اس مثال سے ظاہر ہوگا رفتار پیدا کرنے کے لیے ضروری ارتفاع $\frac{۲٫۳۴}{۰٫۹۹}$ یا ۲٫۴ گُنا اُس ارتفاع کا ہوتا ہے جو کہ مزاحمت پر غالب آنے کے لیے درکار ہے۔

اگر تمام مزاحمتوں کو نظر انداز کردیا جائے تو نظری اخراج، ۴ فٹ ارتفاع والے نل سے (دفعہ ۱۴) $\frac{\pi \, قَ^۲}{۴} \sqrt{۲ \, ج \, ا} = ۱۲٫۵$ مکعب فٹ فی ثانیہ ہوگا۔ اگر ایسے نل کو جس کا طول قطر کا ۱۵ گنا ہو ایک سادہ منفذ

تصور کرلیا جائے تو اخراج کی قدر س = $\frac{۸۵۶}{۱۲۰۵}$ = ۷۱ء۰ تقریباً ہوگی۔ اس نتیجہ کا مقابلہ پلیٹ دفعہ ۲۱ سے کرو۔

مساوات (۴۹) سے ظاہر ہوگا کہ اگر نل طویل ہو تو شمار کنندہ کی پہلی رقم دوسری رقم کے مقابلہ میں بہت چھوٹی ہوگی اس لیے اس پہلی رقم کو نظر انداز کیا جا سکتا ہے۔ چونکہ پانی کے نلوں میں رفتار علی العموم ۲ سے ۵ فٹ فی ثانیہ تک ہوتی ہے۔ اس لیے بڑے سے بڑا ارتفاع جو معمولاً رفتار پیدا کرنے کے کام میں لایا جا سکتا ہے تقریباً ۵ء۱ $\frac{(۵)^۲}{۲ج}$ = ۶ء۰ فٹ ہوگا۔ یہ ارتفاع ایک طویل نل میں مجموعی ارتفاع کے مقابلہ میں قلیل ہوگا۔

اگر داخلہ زنگوتی مہنال ہو تو سوراخ کے لیے اخراج کی قدر کی قیمت ۹۷ء۰ تک ہو سکتی ہے اس طرح لؔ = ۱ء۰۰۸ $\frac{ر^۲}{۲ج}$۔

(۷۵)۔ **سیفن توم** —— یہ ایک خمیدہ آہنی نل ج د ی ف (شکل ۴۹) ہے۔ اس کے ذریعہ سے تالاب کے کٹے پر سے یا نہر کے پشتہ پر سے پانی کو خارج کیا جا سکتا ہے۔ اس قسم کا توم ناگپور کے آب کارخانوں میں زیر استعمال ہے اور اس کو ہیلریا پراجکٹ کے بند کی تعمیر کے زمانہ میں پانی کی رسد رسانی کے لیے تجویز کیا گیا تھا۔ ایک سیفن نل قطر میں ۶ فٹ سے زیادہ اس غرض کے لیے تیار کیا گیا تھا۔ شکل ۴۹ سے جلدی واضح ہو جائے گا کہ اخراجی اور فراہمی مجروں کے پانی کے لیولوں کا فرق موثر ارتفاع ہے۔ فرض کرو کہ مقامات ج اور ف پر ہوائی دباؤں کو پانی کی ۳۴ فٹ گہرائی سے بدل دیا جائے تو سیفن ایک غرقاب منفذ ہو جائیگا۔ اور موثر ارتفاع پانی کی خیالی سطحوں کا فرق ہوگا جو پانی کی حقیقی سطحوں کے فرق ل کے مساوی ہوگا۔ اس سے ظاہر ہے کہ اگر خم ج د کی اونچائی میں تبدیلی بالائی سطح آب کے اوپر ہو تو رفتار اور اخراج پر کوئی اثر نہیں پڑتا بشرطیکہ شرط یہ ہے کہ ارتفاع ہمیشہ ۳۴ فٹ سے کم رہے۔ سیفن میں سے یا تو ہوا خارج کرکے یا اسے پانی سے بھر کے کام میں لایا سکتا ہے۔ جب سیفن سے کام

پلیٹ ۶

لیا جارہا ہوتا ہے تو بہتے پانی سے جدا ہونے والی ہوا موڑ میں جمع ہونے کی طرف مائل رہتی ہے اور اس لیے ہوا کے ایک ظرف کا انتظام ضروری ہوجاتا ہے تاکہ بھرپور اخراج حاصل ہوتا رہے۔

سیفن نکاسی چادروں کے استعمال کی تجویز نالابوں اور نہروں کے لیے پیش کی جاچکی ہے۔ جوں ہی کہ پانی خم کے زیرین حصہ کے اوپر چڑھتا ہے سیفن ایک سادہ چادر کی طرح خم کے حصہ کے اوپر پانی کی گہرائی کے موافق ارتفاع رکھ کر پانی کو خارج کرنے لگتا ہے۔ جب پانی خم کے بالائی حصہ پر پہنچتا ہے تو سیفن کی طرح اپنا عمل کرتا ہے اس وقت ارتفاع اور اور اسکے ساتھ ہی اخراجی قابلیت بیرونی شاخ کے صرف طول پر منحصر ہوتی ہے۔

اصطلاحی نام سیفن تو ہم بعض اوقات پلیا کے لیے بھی استعمال ہوتا ہے۔ اس پلیا میں خم نیچے کی طرف ہوتا ہے اور اس سے نہر کی تہ کے نیچے سے پانی گذار کر لے جاتے ہیں۔

اس کو حقیقی معنوں میں سیفن نہیں کہا جا سکتا۔

مثال (۲۳) اس سیفن کے اخراج کا تخمینہ بتاؤ کہ جس کا قطر ۳½ فٹ اور طول ۲۴۰ فٹ ہو اور پانی کی سطحوں کا فرق ۱۲ فٹ ہو۔

فرض کرو کہ رفتار ۱۰ فٹ فی ثانیہ ہے۔ تب (۱۰)² = (۳۹)² ق² ڈ

= ۱۵۲۱ × ۳½ × ل/۲۴۰

∴ مزاحمتی ارتفاع ل = (۲ × ۲۴۰ × ۱۰۰)/(۷ × ۱۵۲۱) = ۴٫۵۱ فٹ

رفتاری ارتفاع لً = ۱٫۵ × ر²/۲ج = ۳/۲ × ۱۰۰/۶۴ = ۲٫۳۴ فٹ

∴ مجموعی ارتفاع = ۶٫۸۵ فٹ

لیکن حقیقی مجموعی ارتفاع ۱۲ فٹ ہے۔

∴ حقیقی رفتار = ۱۰ √(۱۲/۶٫۸۵) = ۱۳٫۲۳ فٹ فی ثانیہ

خ = (رقبہ) ق × ر = π/۴ (۳½)² × ۱۳٫۲۳ = ۱۲۷ مکعب فٹ فی ثانیہ

پلیٹ ٦

(۷۶)۔ **نلوں کا میلان** —— عملی صورتوں میں نل جس زمین پر ڈالے جائیں اُس زمین کی تراش کے مطابق ہونے چاہییں۔ اور اس لیے اُنھیں مختلف ڈھالوں پر مختلف قطعوں میں بچھانا چاہیے۔ فرض کرو کہ نل کے اختتام پر ایک معیّن اخراج درکار ہے۔ اگر نل کا قطر مسلسل یکساں چلا گیا ہے تو مجازی ڈھال عملاً ایک خطِ مستقیم ہوگا۔ خواہ نل کے قطعوں کے ڈھال کچھ ہی ہوں وجہ یہ ہے کہ مزاحمتی ارتفاع طولوں کے ساتھ متناسب ہوتے ہیں۔ یعنی قریب قریب اُن طولوں کے اُفقی ظِلّوں کے متناسب ہوتے ہیں۔ لیکن اگر نلوں کے تمام قطعوں کے قطر مساوی نہ ہوں تو ہر ایک قطعہ کا ایک خاص مجازی ڈھال ہوتا ہے۔ کیونکہ اخراج قَ۲ ر کے ساتھ متغیر ہوتا ہے یعنی قَ۲ √قَ ڈ کے ساتھ متغیر ہوتا ہے ∴ ڈ اس طرح بدلتا ہے جیسے ۱/قَ۵ اگر اخراج مستقل ہو۔ اس لیے ایک ایسے نل کے سلسلے کے لیے جس کے قطعوں کے طول اور قطر معلوم ہوں یہ ممکن ہے کہ ہر قطعہ کے مجازی ڈھال معلوم کر لیے جائیں اس طرح پر کہ نل مسلسل بھرا ہوا ہے اور ایک مستقل اخراج حاصل ہو جائے۔ اگر ہر قطعہ کی ابتدا اور انتہا اُس کے مجازی ڈھال پر ہو تو مابینی حصّہ یا تو مجازی ڈھال پر منطبق ہوگا یا اس سے نیچے ہوگا۔ بصورتِ دیگر اگر حقیقی خط نل کا موقع مقرر کر دیا گیا ہو تو خط کو قطعوں میں منقسم کر دیا جائے اور نل کے خط کے قطعہ کے لیے نل کا قطر دریافت کر لیا جائے اس طرح پر کہ ہر ایک قطعہ کا ماقوائی ڈھال خطِ نل ہی پر شروع ہو اور ختم بھی ہو۔ موخر صورت ہی ہے کہ جس پر معمولی عمل ہوتا ہے۔

فرض کرو کہ ج د ی ف (شکل ۵۰) ایک خطِ نل ہے جو زمین کی تراش کے ساتھ ساتھ جاتا ہے۔ اگر نل کا قطر یکساں تصور کر لیں تو پورے نل کے لیے مجازی ڈھال گ ف ہوگا لیکن نقطہ د اس ڈھال سے بلند ہے اس لیے یہاں ہوا جمع ہو گی اور نل بھرا ہوا نہیں رہیگا۔ اس لیے حصّہ ج د کے نل کا قطر ڈھال گ د کے لیے حل کرنا ہوگا۔ بقیہ نل کے لیے

د ف کو مجازی ڈھال مانا جا سکتا ہے ۔ کیونکہ پورا حصہ د ی ف اس خط سے نیچے ہے اور اس ڈھال کے لیے قطر حل کیا جا سکتا ہے ۔ یا حصہ د ی ف کو دو یا زیادہ قطعوں میں منقسم کیا جا سکتا ہے جیسے د ی اور ی ف اور ضروری قطر، ڈھال د ی اور ی ف کے لیے فرداً فرداً معلوم کیے جا سکتے ہیں ۔ جب کسی ڈھال کے لیے کوئی ایک قطر معین کر لیا جائے تو کسی دوسرے ڈھال کے لیے قطر بہت آسانی سے معلوم کیا جا سکتا ہے کیونکہ

$$\text{خ} \propto \text{ق}^{2}\sqrt{\text{ق ڈ}} \quad \text{اور} \quad \text{خ} \propto \text{ق}_{1}^{2}\sqrt{\text{ق}_{1}\,\text{ڈ}_{1}}$$

$$\therefore \frac{\text{ڈ}_{1}}{\text{ڈ}} = \left(\frac{\text{ق}}{\text{ق}_{1}}\right)^{5} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (50)$$

مثال (۴۴) ۔ ۱/۲ فٹ قطر کے ایک نل کا اُتار نصف میل کے لیے ۱۰۰۰ میں ۱ ہے اور اس کے بعد چوتھائی میل تک ۲۵۰ میں ۱ کے حساب سے ہے ۔ اگر رسدی حوض میں پانی کا بیول نل کے بالائی سرے کے مرکز پر ۱۳٫۵ فٹ اونچا ہو تو فی دقیقہ اخراج کیا ہوگا ۔ (جامعہ ۱۸۸۱ء) ۔

فرض کرو کہ ج د ی (شکل ۱۱ء) خط نل ہے ۔ نقاط ج، د اور ی پر کے ارتفاع ۱۳٫۵، ۷٫۷۷، اور ۱۳٫۰۵ فٹ ہیں ۔ ف ی اوسط ڈھال کے اوپر نقطہ د ہے ۔ اس لیے میلان ف د پورے نل کے اخراج کو باضابطگی میں لاتا ہے ۔

$$\text{ڈ} = \frac{۷٫۷۷}{۲۶۴۰}\text{، خ} = \frac{\pi\,\text{ق}^{2}}{۴} \times ۳۹\sqrt{\text{ق ڈ}} = \frac{۲۲}{۷} \times ۳۹\sqrt{\frac{۲ \times ۷٫۷۷}{۲۶۴۰}}$$

= ۴٫۹ مکعب فٹ فی ثانیہ

∴ اخراج فی دقیقہ = ۲۹۴ مکعب فٹ

قطعہ د ی بھرپور نہیں بہیگا اور اس لیے اُس کا قطر چھوٹا رکھنے میں فائدہ ہے تاکہ اس کا مجازی ڈھال اس کے حقیقی ڈھال $\frac{۵٫۲۸}{۱۳۲۰}$ کے برابر ہو جائے ۔

پلیٹ

$\frac{\text{قَ}}{۲} = \left(\frac{۶٫۶۶۶}{۱۰٫۵۹}\right)^{\frac{۱}{۵}}$ ∴ قَ = ۱٫۸۸ فٹ یا تقریباً ۲۲ انچ۔

مثال (۴۵)۔ ایک آب انبارہ سے ایک نل زمین پر بچھایا گیا ہے جس کا اُتار پہلے میل میں ۵۲٫۸ فٹ اور دوسرے میل میں ۲۳٫۵ فٹ ہے۔ نل کے در آمد والے سرے کے مرکز پر ارتفاع ۱۰ فٹ ہے تو ہر میل کے لیے نلوں کا قطر کیا ہونا چاہیے تاکہ اخراج ۲۳۶ مکعب فٹ فی دقیقہ رہے اور جب نل آزاد طور سے اخراج کر رہا ہو تو اُس کے سرے پر فی مربع انچ کس قدر دباؤ ہوگا اور جب اس کو ڈاٹ لگا کر بند کر دیا جائے تو دباؤ کیا ہوگا؟ (جامعہ سنہ ۱۸۸۲ء)۔

اس صورت میں پورا نل ڈھال ف ی (شکل ۵۲) کے نیچے واقع ہے اس لیے اس کا قطر تمام لمبائی میں یکساں رکھا جا سکتا ہے لیکن بموجب شرائط سوال نل کے قطر پہلے اور دوسرے میل میں مختلف ہونے چاہییں۔

مجازی ڈھال ف د اور د ی ہوں گے یعنی $\frac{۵۲٫۸}{۵۲۸۰}$ اور $\frac{۲۳٫۵}{۵۲۸۰}$ ۔

ج د کے لیے قَ = ۲۵۴۵٫ $\sqrt[۵]{\frac{\text{خ}^۲}{\text{ڈ}}}$ جہاں خ = ۳٫۹۳۳ فی ثانیہ

اور ڈ = $\frac{۱}{۱۰۰}$ ۔

قَ = ۲۵۴۵٫ $(۳۹٫۳۳)^{\frac{۲}{۵}}$ = ۱٫۱۱ فٹ۔ گویا ۱۴ انچ قطر کا نل۔

د ی کے لیے ہمیں معلوم ہے کہ $\left(\frac{\text{قَ}_۱}{۱٫۱۱}\right)^۵ = \frac{۵۲٫۸}{۲۳٫۵}$

∴ $\text{قَ}_۱$ = ۱٫۳۰ گویا ۱۶ انچ قطر کا نل

اگر نل آزادانہ طور پر اخراج کر رہا ہو تو اُس کا سرا ی مجازی ڈھال پر واقع ہوگا اور اس لیے دباؤ (ہوائی بار کو نظر انداز کرتے ہوئے دیکھو دفعہ ۷) صفر ہوگا۔ اگر سرے ی کو ایک ڈاٹ کے ذریعہ بند کر دیا جائے تو پورا ارتفاع ۷۶٫۳ فٹ دباؤ پیدا کریگا اور دباؤ فی مربع انچ۔

$\frac{\text{و ا}}{۱۴۴} = \frac{۷۶٫۳ \times ۶۲٫۵}{۱۴۴}$ = ۳۳٫۱ پونڈ ہوگا۔

(۷۷) - ارتفاع کے چھوٹے نقصان

ارتفاع کے چھوٹے چھوٹے نقصانوں کا باعث تیز گروں والی کہنیاں یا نل میں منحنی خم اور فوری پھیلاؤ یا سکڑاؤ ہوا کرتے ہیں۔

کہنیاں — کہنیوں پر ارتفاع کا نقصان پانی کی رو میں سکڑاؤ کے باعث ہوتا ہے (شکل ۵۳)۔ اگر فہ وہ زاویہ ہو جو کہ نل کا خمیدہ حصہ حقیقی نل کے طول کے ساتھ بناتا ہے تو نقصانِ ارتفاع امتحانی ضابطۂ ذیل سے معلوم ہو سکتا ہے:-

$$\text{ل} = \left(\frac{1}{2}\,\text{جب}^2\,\text{فہ}\right)\frac{\text{ر}^2}{2\,\text{ج}}$$

خم — خموں پر نقصانِ ارتفاع شکل ۵۴ ایسے ہی سبب سے ہوتا ہے۔ نقصانِ ارتفاع کے لیے ویز باش کا امتحانی ضابطہ $\text{ل} = \left\{0{\cdot}131 - 1{\cdot}85\left(\frac{\text{ق}}{2\,\text{نہ}}\right)^{\frac{7}{2}}\right\}\frac{\text{ر}^2}{2\,\text{ج}}$ ہے جہاں $\frac{\text{ق}}{2\,\text{نہ}}$ وہ نسبت ہے جو نل کے نصف قطر کو خم کے نصف قطر کے ساتھ ہے۔

پھیلاؤ — جب کسی نل میں کوئی فوری پھیلاؤ واقع ہوتا ہے تو گرداب پیدا ہوتے ہیں جو توانائی کو منتشر کر دیتے ہیں اور نقصانِ ارتفاع کا باعث ہوتے ہیں۔ اگر ر اور ر_1 رفتاریں نل کے چھوٹے اور بڑے قطعوں میں ہوں (شکل ۵۵) تو وزن و کا ہر ذرّہ جو رفتار ر سے حرکت کر رہا ہو و_1 وزن کے پانی کے جسم سے جو ر_1 رفتار سے حرکت کر رہا ہے ٹکرائیگا۔ سیال چونکہ نہ دبنے والا اور اس لیے غیر لچکدار ہے اس کے تصادم کے بعد کی رفتار $\text{رَ} = \frac{\text{و ر} + \text{و}_1\,\text{ر}_1}{\text{و} + \text{و}_1}$

$$\text{توانائی قبل تصادم} = \text{و}\,\frac{\text{ر}^2}{2\,\text{ج}} + \text{و}_1\,\frac{\text{ر}_1^2}{2\,\text{ج}}$$

$$\text{توانائی مابعد تصادم} = (\text{و} + \text{و}_1)\,\frac{\text{رَ}^2}{2\,\text{ج}}$$

$$\therefore \text{نقصانِ توانائی} = \text{و}\,\frac{\text{ر}^2}{2\,\text{ج}} + \text{و}_1\,\frac{\text{ر}_1^2}{2\,\text{ج}} - (\text{و} + \text{و}_1)\,\frac{\text{رَ}^2}{2\,\text{ج}}$$

$$= \frac{\text{و}\,\text{و}_1}{\text{و} + \text{و}_1} \times \frac{(\text{ر} - \text{ر}_1)^2}{2\,\text{ج}}$$

اَب و، و کے مقابلے میں غیر متناہی طور پر چھوٹا ہے۔

∴ نقصان توانائی $= \text{و} \dfrac{(\text{ر} - \text{ر}_{1})^{2}}{2\,\text{ج}}$

∴ پانی کے ہر مکعب فٹ میں نقصانِ توانائی $= \text{و} \dfrac{(\text{ر} - \text{ر}_{1})^{2}}{2\,\text{ج}}$

اور نقصانِ ارتفاع $\text{ا} = \dfrac{(\text{ر} - \text{ر}_{1})^{2}}{2\,\text{ج}}$

اس لیے نقصانِ ارتفاع وہ ارتفاع ہے جو رفتارِ اضافی کے باعث پیدا ہو۔
فرض کرو کہ قَ، قَ نل کے چھوٹے اور بڑے حصوں کے قطر ہیں

$\dfrac{\text{ر}}{\text{ر}_{1}} = \left(\dfrac{\text{قَ}_{1}}{\text{قَ}}\right)^{2}$ ∴ نقصانِ ارتفاع $\text{ا} = \dfrac{\text{ر}^{2}}{2\,\text{ج}} \left\{ \left(\dfrac{\text{قَ}_{1}}{\text{قَ}}\right)^{2} - 1 \right\}^{2}$

اگر مثال کے طور پر $\text{قَ}_{1} = 2\,\text{قَ}$ تو $\text{ا} = 9 \dfrac{\text{ر}^{2}}{2\,\text{ج}}$

سکڑاؤ — شکل ۵۶ میں نل کا جو تنگ حصہ بنایا گیا ہے اس میں دھار کا سکڑاؤ واقع ہوتا ہے۔ اگر نل کے چھوٹے حصہ کا رقبہ ق ہو تو دھار کی چھوٹی سے چھوٹی تراش $\text{س}_{س}$ ق ہوگی اور اس تراش پر رفتار $\dfrac{\text{ق}}{\text{س}_{س} \times \text{ق}}$ ر $= \dfrac{\text{ر}}{\text{س}_{س}}$ ہوگی۔

اس لیے صدمہ کے باعث نقصانِ ارتفاع $\dfrac{1}{2\,\text{ج}} \left\{ \left(\dfrac{\text{ر}}{\text{س}_{س}}\right) - \text{ر} \right\}^{2}$ یا $\left(\dfrac{1}{\text{س}_{س}} - 1\right)^{2} \dfrac{\text{ر}^{2}}{2\,\text{ج}}$ ہوگا۔

اس صورت میں سکڑاؤ کی قدر کی قیمت تقریباً ۶۰ء معلوم ہوتی ہے اس لیے

نقصانِ ارتفاع $\text{ا} = ۰.۴۴ \dfrac{\text{ر}^{2}}{2\,\text{ج}}$

مثال (۴۶) — نلوں کا ایک خط ۴۰۰۰ فٹ لمبا ایک آبشارہ سے کھچایا جاتا ہے۔ پہلے نصف طول میں اُتار ۲۰ فٹ ہے اور دوسرے نصف طول میں ۱۵ فٹ اور منفذ کے اوپر خزانہ آب میں قلیل ترین ارتفاع ۵ فٹ ہے اس میں ۹۰ کی ۳ افقی کہنیاں، ۴۵ کی ۴ اور ۵ء۲۲ کی ۴ لگی ہوئی ہیں۔ اخراج مطلوبہ ۳۰۰ مکعب فٹ فی دقیقہ ہے۔ رفتار داخلہ کو پیدا کرنے کے لیے اور کہنیوں کی

پلیبٹ ۸

مزاحمت پر غالب آنے کے لیے کس قدر ارتفاع کی ضرورت ہوگی۔
ہمیں پہلے رفتار کی تقریبی قیمت معلوم کرنی چاہیے۔

ڈ = ۳۰/۱۲۰۰۰ = ۱/۴۰۰ ، خ = ۵ مکعب فٹ فی ثانیہ، ق = ۲۵۴۵ء۵، ✓خ^۲ = ۱ء۲۲

ر = ۳۶ ✓(۱ء۱۲۲/۴ × ۱/۴۰۰) = ۲ء۱۵ فٹ فی ثانیہ گویا ۲ فٹ

رفتارِ داخلہ کے لیے نقصانِ ارتفاع = ۱ء۵ ر^۲/۲ج

کہنیوں کے لیے نقصانِ ارتفاع = ۱/۲ × ر^۲/۲ج {۳ جب^۲ ۳۰° + ۴ جب^۲ ۴۵° + ۴ جب^۲ ۵۰°}

مجموعی نقصان = ۴/(۲×۶۴) (۳ + ۰ء۷۵ + ۱ء۶۴ + ۲ء۴۴) = ۰ء۲۵ فٹ یا ۳ انچ۔

(۷۸)۔ شاخدار صدر نل جو دو یا دو سے زاید آب انہاروں کی بہم رسانی کر رہا ہو ــــ فرض کرو کہ نل ج د (شکل ۵۷) صدر خزانۂ آب ج سے نکلی ی اور ف کو صدر نل کی شاخوں د ی اور د ف کے ذریعہ پانی بہم پہنچاتا ہے۔ ی اور ف پر مطلوبہ اخراج مان لو کہ خ، اور خ، ہیں۔ تب خ = خ، + خ، نل ج د کا اخراج ہوگا۔ نقطہ د پر دباؤ کے ایک اسطوانہ میں پانی کی بلندی ج سے نیچے رہنی چاہیے تاکہ ج د میں بہاؤ حاصل ہو۔ اور ی سے اوپر ہونی چاہیے تاکہ د ی میں بہاؤ حاصل ہو۔ ان حدود کے مابین کوئی مناسب ارتفاع د ک، مان لو۔ تب تینوں نلوں کے مجازی ڈھال ج ک، ک ی، اور ک ف، ہونگے اور ہم کو اخراج خ، + خ، خ، اور خ، معلوم ہیں۔ ان سے قطر معلوم کیے جا سکتے ہیں۔

مثال (۴۷)۔ نقاط د، ی اور ف (شکل ۵۷) صدر خزانۂ آب کے پانی کی سطح سے ۱۸ فٹ، ۱۰۰ فٹ اور ۲۵ فٹ نیچے ہیں اور نل کے قطعوں کے طول ۴۰۰ گز، ۲۰۰ گز اور ۲۵۰ گز ہیں۔ نقطہ ی پر ۶۰ گیلن فی دقیقہ اور نقطہ ف پر ۱۲۰ گیلن فی دقیقہ کا اخراج مطلوب ہے۔ نلوں کا مجوزہ نقشہ تیار کرو۔

خ = ۱۲ء۱ مکعب فٹ فی ثانیہ، خ۲ = ۳۲ء ∴ خ = ۸۴ء

فرض کرو کہ دک = ۱۳ فٹ تب ڈ = ۵/۹، ڈ۱ = ۵/۴۸۰، ڈ۲ = ۲۰/۵۷

ق = ۲۵۴۵ء ۵√(۲خ/ڈ) = ۲۵۴۵ء ۵√(۱۵ء۴)

= ۵۳۶ء۲ یعنی ایک ½۲ انچی نل۔

ق۱ = ۲۵۴۵ء ۵√(۳۴۵ء۳) = ۳۰۴ء یعنی ایک ۴ انچی نل۔

ق۲ = ۲۵۴۵ء ۵√(۴۸ء۳) = ۳۲۳ء یعنی ایک ۴ انچی نل۔

(۷۹)۔ نل جو بھرپور نہ ہیں

اگر ایک نل بھرا ہوا نہ ہے تو یہ حالت صرف اُس وقت ممکن ہو گی جب کہ نل اپنے مجازی ڈھال پر ڈالا گیا ہو اس وقت اس کا م، ا، ن، ق۴ نہیں ہو گا۔ لیکن اپنے عمومی رقموں میں ق/ب سے ظاہر کرتے ہیں جہاں ق پانی کی تراش کا رقبہ ہے اور ب ترشدہ گھیر ہے یعنی قوس۔ اخراج میں تغیر ق × √(ق/ب) کے مطابق ہوتا ہے یعنی جس طرح √(ق³/ب) میں تغیر ہوتا ہے۔ اب یہ بہت آسانی سے دیکھا جا سکتا ہے کہ جوں جوں پانی کی سطح ی سے ج د کی طرف (شکل ۵۸ء) اترتی ہے تو قوس رقبہ کے گھٹنے کی شرح سے زیادہ تیز شرح سے گھٹتی ہے اور حقیقتاً ایک خاص حد تک ق³ کے گھٹنے کی شرح سے زیادہ تیزی سے گھٹتی ہے۔ یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ اعظم ترین اخراج اس وقت حاصل ہو گا جب کہ زاویہ ج و د تقریباً ۴۵° ہو۔

مثال (۴۸)۔ ۲۰ انچ قطر کے ایک پورے بھرے ہوئے نل کا اخراج ۵۹۷ مکعب فٹ فی دقیقہ ہے بتاؤ کہ جب پانی کا عمق ۱۱۹ انچ ہو تو اُس وقت اخراج کتنا ہو گا (جامعہ ۱۸۸۰ء)۔

فرض کرو کہ نل کا نصف قطر ن ہے، ق اور ب رقبہ اور نل کا ترشدہ گھیر جب کہ نل بھرپور چلے۔ ق۱ اور ب۱ یہی مقداریں جب کہ نل جزوی طور پر بھرپور چلے۔

پلیٹ ۸

ق = ۳ ن۲ = ۳٫۱۴ × ۱۰۰ = ۳۱۴ مربع انچ

ب = ۲۳ ن = ۲۰ × ۳٫۱۴ = ۶۲٫۸ انچ

اگر ج و ی = طہ، قوس ج ی د = ن × ۲ طہ

∴ ب۱ = ۲ ن (۳ - طہ)

قطاع ج و د = طہ ن۲ اور مثلث ج و د = ن۲ × جب طہ × جم طہ

∴ قطعہ ج ی د = ن۲ (طہ - جب طہ × جم طہ)

∴ ق۱ = ن۲ (۳ - طہ + جب طہ × جم طہ)

موجودہ صورت میں و ف = ۹" اور و د = ۱۰"

∴ جم طہ = ۰٫۹ = جم ۲۵° ۵۰'

∴ طہ (نیم قطریوں میں) = $\frac{۲۵\frac{۵}{۶}}{۱۸۰}$ × ۳٫۱۴۱۶ = ۰٫۴۵۱

∴ ۳ - طہ = ۲٫۶۹۰

ب۱ = ۲ ن (۳ - طہ) = ۲۰ × ۲٫۶۹۰ = ۵۳٫۸

ق۱ = ن۲ (۳ - طہ + جب طہ جم طہ) = ۱۰۰ (۲٫۶۹۰ + $\frac{\text{جب } ۵۱°۴۰'}{۲}$)

= ۳۰۸٫۰

اب $\frac{خ_۱}{۵۹۷}$ = $\sqrt{\frac{ق_۱^۲}{ق^۲}}$ ÷ $\sqrt{\frac{ق^۳}{ب_۱}}$

∴ خ۱ = ۵۹۷ $\left(\frac{۳۰۸}{۳۱۴}\right)^{\frac{۳}{۲}}$ $\left(\frac{۶۲٫۸}{۵۳٫۸}\right)^{\frac{۱}{۲}}$ = ۶۲۷ مکعب فٹ فی دقیقہ

طہ کی اعظم ترین قیمت معلوم کرنے کے لیے ہمارے پاس $\frac{ق^۳}{ب}$ بھی اعظم ترین

ہونا چاہیے۔ یعنی اگر ۳ - طہ = طہ

تو ما = $\frac{(طہ - جب طہ جم طہ)^۳}{طہ}$ اعظم ترین ہو۔

$\frac{فر ما}{فر طہ}$ = $\frac{طہ × ۳ (طہ - جب طہ جم طہ)^۲ (۱ - جم^۲ طہ + جب^۲ طہ) - (طہ - جب طہ جم طہ)^۳}{طہ^۲}$ = ۰

پلیٹ ۸

$$\therefore \left(\text{طہ}_1 - \text{جب طہ}_1 \text{ جم طہ}_1 \right)^2 \left\{ ۲\ \text{طہ}_1 \text{ جب}^2 \text{ طہ}_1 - \text{طہ}_1 + \text{جب طہ}_1 \text{ جم طہ}_1 \right\} = ۰$$

اگر $۲\ \text{طہ}_1 = \text{فہ}$ تو $۳\ \text{فہ} \dfrac{۱ - \text{جم فہ}}{۲} - \dfrac{\text{فہ}}{۲} + \dfrac{\text{جب فہ}}{۲} = ۰$

$$\therefore ۲\ \text{فہ} - ۳\ \text{فہ جم فہ} + \text{جب فہ} = ۰$$

جس سے تقریباً $\text{فہ} = ۳۰۶^\circ \therefore ۲\ \text{طہ}_1 = ۳۴^\circ$ ۵

(۸۰) ڈیوپٹ کی مساوات۔ جب کسی طویل صدر نل کے ڈالنے کے تعمیری حسابہ کا اندازہ لگانا ہو اور اس میں مختلف قطعے ایسے ہوں جن کے طول، قطر اور ڈھال مختلف ہوں تو بعض اوقات اس میں زیادہ سہولت رہتی ہے کہ ایک ہی قطرِ معلوم کے ساتھ ایک ایسے معادل نل کا طول معلوم کر لیا جائے جس کا مجموعی مزاحمتی ارتفاع ایک معلوم اخراج کے لیے وہی ہو جو کہ ابتدائی صدر نل کا ہو۔

فرض کرو کہ ل_1، ل_2 ... مختلف قطعوں کے طول، ق_1، ق_2 .... ان کے قطر، ڈ_1، ڈ_2 .... ان کے ڈھال، ر_1، ر_2 .... ان کی رفتاریں ہیں، اور ل، ق، ڈ، ر بالترتیب طول، قطر، ڈھال اور رفتار معادل صدر نل کے ہیں جس کا قطر ایک ہی ہے۔

یکساں صدر نل میں مزاحمتی ارتفاع $\text{ا} = \text{ڈ ل} = \text{م} \dfrac{۴\text{ل}}{\text{ق}} \times \dfrac{\text{ر}^2}{۲\text{ج}}$

نل کے ٹکڑوں میں مزاحمتی ارتفاع $\text{ا} = \text{ڈ}_1 \text{ل}_1 + \text{ڈ}_2 \text{ل}_2 + \dots$

$$= \text{م} \frac{۴\text{ل}_1}{\text{ق}_1} \times \frac{\text{ر}_1^2}{۲\text{ج}} + \text{م} \frac{۴\text{ل}_2}{\text{ق}_2} \times \frac{\text{ر}_2^2}{۲\text{ج}} + \dots$$

$$\therefore \frac{\text{ل}}{\text{ق}} \text{ر}^2 = \frac{\text{ل}_1}{\text{ق}_1} \text{ر}_1^2 + \frac{\text{ل}_2}{\text{ق}_2} \text{ر}_2^2 + \dots$$

لیکن $\text{ر}_1 = \dfrac{\text{ق}^2}{\text{ق}_1^2} \text{ر}$، $\text{ر}_2 = \dfrac{\text{ق}^2}{\text{ق}_2^2} \text{ر}$ ......

Dupuit ۸۰

$$\therefore \frac{\text{ل}}{\text{قَ}}\,\text{ر}^{۲} = \frac{\text{ل}_{۱}}{\text{ق}_{۱}} \times \frac{\text{قَ}^{۴}}{\text{ق}_{۱}^{۴}}\,\text{ر}^{۲} + \frac{\text{ل}_{۲}}{\text{ق}_{۲}} \times \frac{\text{قَ}^{۴}}{\text{ق}_{۲}^{۴}}\,\text{ر}^{۲} + \ldots\ldots$$

$$\therefore \text{ل} = \text{ل}_{۱}\left(\frac{\text{قَ}}{\text{ق}_{۱}}\right)^{۵} + \text{ل}_{۲}\left(\frac{\text{قَ}}{\text{ق}_{۲}}\right)^{۵} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۵۱)$$

(۸۱) ۔ **دھاریں** —— جب پانی چھوٹے سوراخوں سے دباؤ کے زور سے نکلتا ہے تو اس کی دھاریں بن جاتی ہیں جیسے کہ آرائشی فوّارے یا آگ بجھانے والے انجن کی صورت میں ہوتا ہے ۔ اس لیے کہ کسی نل سے ایک دھارا اونچے سے اونچے مقام تک پہنچے نل کی مہنال ایسی شکل کی ہونی چاہیے کہ اس سے ایک بڑی رفتاری قدر حاصل ہو جائے ۔ عام طور پر کسی موصل نل کا مہنہ ایک مخروطی مستدق مہنال کا ہوا کرتا ہے ۔ اور یہ ظاہر ہے کہ نل اور اس کے مہنہ کے سنگھم پر قطر میں کوئی فوری کمی نہ ہونی چاہیے ۔

فرض کرو کہ بہاؤ کی رفتار ر ہے اور موصل نل میں رفتار $\text{ر}_{۱}$ مہنہ کا قطر قَ ، نل کا قطر $\text{ق}_{۱}$ اور اس کا طول $\text{ل}_{۱}$ ہے تب

$$\text{ر}_{۱} = \left(\frac{\text{قَ}}{\text{ق}_{۱}}\right)^{۲}\text{ر}$$

اخراج کی حقیقی رفتار پیدا کرنے والا ارتفاع $\frac{\text{ر}^{۲}}{۲\text{ج}}$ ہے ۔ اور نل میں مزاحمت پر غالب آنے کے لیے ضروری ارتفاع $\text{مہ}\left(\frac{۴\text{ل}_{۱}}{\text{ق}_{۱}} \times \frac{\text{ر}_{۱}^{۲}}{۲\text{ج}}\right)$ ہے ۔ ارتفاع کے صغیر نقصانات جو خمیدہ نلوں یا داخلہ اور اخراج کے منفذوں کی مزاحمتوں کے باعث ہوتے ہیں انھیں اگر نظر انداز کر دیا جائے تو

$$\text{مجموعی ارتفاع } \text{أ} = \frac{\text{ر}^{۲}}{۲\text{ج}}\left\{۱ + \text{مہ}\,\frac{۴\text{ل}_{۱}}{\text{ق}_{۱}}\left(\frac{\text{قَ}}{\text{ق}_{۱}}\right)^{۴}\right\}$$

$$\text{اور دھار کی بلندی } \text{ا} = \frac{\text{ر}^{۲}}{۲\text{ج}} = \frac{\text{أ}}{۱ + \text{مہ}\,\frac{۴\text{ل}_{۱}}{\text{ق}_{۱}}\left(\frac{\text{قَ}}{\text{ق}_{۱}}\right)^{۴}} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۵۲)$$

اس جملہ سے ظاہر ہے کہ دھار کی بڑی بلندی حاصل کرنے کے لیے ق۱ کو ق کے مقابلہ میں بڑا ہونا چاہیے ۔ مساوات (۵۲) میں ہوا کی مزاحمت کے باعث تصحیح کی ضرورت ہے اور دھار کی حقیقی بلندی ویزباخ کے ضابطہ کی رو سے اُ (۱ - ۳ ۰۰؍ ۰ اُ^۲) لی جا سکتی ہے ۔

مثال (۴۹) ۔ ایک فوارے کی ۱۲ انچ نلی ۰ ۳۵ فٹ لمبی ہے ۔ اگر خاص موقع پر آبی ارتفاع ۰ ۳ فٹ ہو تو بتاؤ کہ ایک عمدہ ساخت کی مخروطی مہنال سے ایک آدھ انچی دھار کس قدر بلندی تک چڑھے گی ۔

یہاں اُ = ۳۰ فٹ، ل = ۳۵۰ فٹ، ق۱ = $\frac{۱}{۲}$ فٹ، ق = $\frac{۱}{۲۴}$ فٹ

$$\text{م} = ۰؍۰۱ \times \left(۱ + \frac{۱}{۱۲\,\text{ق}_۱}\right) = ۰؍۰۱۵$$

$$\text{اُ} = \frac{۳۰\,(۴)^۴}{۶ \times ۳۵۰ \times ۴ \times ۰؍۰۱۵ + (۴)^۴} = ۲۰ \text{ فٹ}$$

حقیقی بلندی = ۲۰ - ۳ ۰۰؍ ۰ (۲۰)^۲ = ۱۸؍۸ فٹ

باب ششم کی مثالیں

۱ - ۴ فٹ قطر کے ایک نل سے کتنے گیلن فی گھنٹہ کا اخراج حاصل ہوگا جب کہ ڈھال ۱ فٹ فی میل ہو اور نل بھرا ہوا ہے ۔ (کلیہ ۱۸۸۴ء) ۔
جواب ۳۰۴۵۰۰ ۔

۲ - ایک خزانۂ آب شہر سے ایک میل کے فاصلہ پر واقع ہے اس خزانہ سے شہر کو پانی پہنچانا ہے ۔ آبادی دو لاکھ ہے ۔ اور یہ اقرار ہے کہ روزانہ رسد ۳۰ گیلن فی کس کی نصف ۸ گھنٹے میں ہم پہنچانی چاہیے ۔ اس رسد کے لیے کس جسامت کے نل کی ضرورت ہوگی اگر نل کے برآمد پر ارتفاع $\frac{۱}{۴}$ ۱۳ فٹ ہو ۔ (کلیہ ۱۸۸۳ء) ۔ جواب ۳۰ انچ ۔

Weisbach

پلیٹ ۸

۳ - ایک نل ۰۵ء۲۲ گیلن فی دقیقہ کا اخراج کرتا ہے جب کہ ڈھال ۴ فٹ فی میل ہو تو بتاؤ کہ نل کا قطر کیا ہے۔ (کلیہ ۱۸۸۵ء) جواب ۲۷ انچ۔

۴ - ایک اُفقی نل جس کا طول ۱۰۰۰ فٹ اور اندرونی قطر ۶ انچ ہے ایک ایسے خزانۂ آب سے نکلتا ہے کہ جسے ہمیشہ بھرا رکھا جاتا ہے اور پانی کی سطح نل کے محور سے ۱۰ فٹ بلند رہتی ہے۔ نل سے پانی کا اخراج کس شرح سے ہوگا۔ (جامعہ ۱۸۶۵ء) جواب ۴۵ء۰ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

۵ - ایک ایسے بڑے صدر نل کا قطر معلوم کرو کہ جس کے ذریعہ پانی کی اُتنی ہی مقدار بہم پہنچائی جا سکے جتنی کہ تین ۵ء۲ فٹ قطر کے ½۲ میل لمبے صدر نلوں کے ذریعہ سے بہم پہنچائی جا سکتی ہے جب کہ ارتفاع ۴۰ فٹ ہے۔ (کلیہ ۱۸۸۵ء) جواب ۴۷ انچ۔

۶ - کسی نل کا قطر کیا ہونا چاہیے کہ ۱۰۰ میں ۱ کے ڈھال کے لیے ۳۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج حاصل ہو۔ ۲ فٹ قطر کے نل کے لیے کیا ڈھال ہونا چاہیے کہ اخراج اتنا ہی رہے۔ (جامعہ ۱۸۷۴ء) جواب (۱) ۳۰ انچ (۲) ۳۳ میں ۱۔

۷ - ایک آبرسانی کی اسکیم کے لیے دو تجویزیں ہیں۔ ایک میں مساوی قطر کے دوہرے نل تجویز کیے گئے ہیں اور دوسری میں صرف ایک نل۔ فرض کرو کہ بڑے نل کی دھات کی موٹائی چھوٹے نلوں میں سے ہر ایک کی موٹائی سے بقدر ⅕ حصہ کے زاید ہے۔ ان دونوں صورتوں میں جو نل درکار ہوں گے ان کے اوزان کا تقریبی مقابلہ کرو۔ جواب ۲۶ء۱:۱

۸ - دو نل جن میں سے ہر ایک کا ڈھال ۲ فٹ فی میل ہے اور اخراج ۲۸ء۸ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے تو ان کے قطر معلوم کرو۔ ایک کا قطر دوسرے کا دوچند ہے۔ (جامعہ ۱۸۷۶ء) جواب ۵۳ء۰ انچ، ۵ء۲۶ انچ۔

۹ - ایک صدر نل کے سرے سے کتنے مکعب فٹ فی دقیقہ کا اخراج ہوگا جب کہ اس کا قطر ۱ فٹ، طول ۲ میل، اور ڈھال پہلے میل میں ۱۰ء۲ فٹ اور دوسرے میل میں ۵ء۲۳ فٹ ہے اور اس کے منفذِ داخلہ کے مرکز پر

ارتفاع ۳ فٹ ہے۔ اس ارتفاع کو کتنا بڑھانا چاہیے کہ اخراج دوچند ہو جائے۔
(جامعہ ۱۸۸۲ء)۔ جواب (۱) ۹۲ مکعب فٹ (۲) ۶ء۳۹ فٹ۔

۱۰۔ ریڈ ہلس (Red hills) سے مدراس تک جن کا درمیانی فصل ۲۰۰۰ء۳۲ فٹ ہے ۴۰ انچ کا ایک نیا نل ڈالنا ہے اور اس سے ۰۰۰ء۰۰۰ء۱۰ گیلن فی ۲۴ گھنٹہ کا اخراج حاصل کرنا ہے۔ ریڈ ہلس پر پانی کا لیول ۵ء۱۵۰ ہے اور نل کا لیول مدراس پر ۵۰ء۳ ہے۔ دریافت کرو (۱) نئے نل میں مزاحمت کے باعث نقصانِ ارتفاع (۲) دباؤ فی مربع انچ مدراس کی طرف والے نل کے سرے پر۔ (جامعہ ۱۸۹۱ء)۔ جواب (۱) ۹ء۱۳ فٹ (۲) ۱۵ پونڈ

۱۱۔ ایک ایسا صدر نل ڈالنا ہے کہ جس کا طول ۴۸۰۰ فٹ ہو اور ڈھال ۱۹۲ میں ۱ اور اس کے ذریعہ ۲۵۰ء۳ گیلن فی دقیقہ کا اخراج ۱۰ پونڈ فی مربع انچ کے دباؤ کے تحت حاصل کرنا ہے۔ داخلی منفذ پر ارتفاع ۱۰ فٹ ہے۔ نل کا قطر کیا ہونا چاہیے۔ (جامعہ ۱۸۹۰ء)۔ جواب ۲۴ انچ۔

۱۲۔ ایک سیفن جو ایک نہر کے کنارے کے اوپر سے اخراج کر رہا ہے ۶۰ فٹ لمبا ہے اور اس کا قطر ۱۲ انچ ہے۔ اس کا اخراج کیا ہوگا جب کہ موثر ارتفاع ۶ فٹ ہو۔
(جامعہ ۱۸۹۰ء)۔ جواب ۷ء۷ مکعب فٹ ثانیہ۔

باب ہفتم

نالوں میں پانی کا بہاؤ

مضامین

(۸۲) <u>کھُلے نالوں میں پانی کا بہاؤ</u> — کسی کھُلے نالے میں پانی کا بہاؤ اُس نل میں کے پانی کے بہاؤ کے مطابق ہوتا ہے جسے اُس کے ذاتی مجازی ڈھال پر

بچھایا گیا ہے یعنی جس کی بالائی سطح آزاد ہو۔ پانی کی تراش کے ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ تک رفتار بدلتی رہتی ہے اور یہ کناروں کے قرب وجوار میں کم سے کم ہوتی ہے۔ کسی باقاعدہ یکساں تراش کے ایک معین طول کے نالے کے تمام ریشوں کی اوسط رفتار بہرصورت یکساں رہتی ہے۔ اور اس لیے بہاؤ کو یہ تصور کیا جا سکتا ہے کہ یہ ایسے مستوی پرتوں میں واقع ہوتا ہے جو یکے بعد دیگرے آنے والی تراشوں کے متوازی ہوں۔ اس طرح دفعات ۶۸، ۶۹ اور ۷۱ میں جو باتیں معلوم ہوئی ہیں اور جو نتائج اخذ کیے گئے ہیں اس صورت پر بھی حاوی ہونگے اور اس سے ہمیں

$$ر = \sqrt{\frac{۲ج}{ما}} \sqrt{ڈن} = س\sqrt{ڈن}$$ حاصل ہوگی .... (۵۳)

جہاں ن ماقوائی اوسط گہرائی، ڈ پانی کی سطح کا ڈھال، اور س ایک قدر ہے جس کا انحصار

(۱) کناروں کے کھردرے پن

(۲) پانی کی تراش کی نوعیت

(۳) (قلیل حد تک) تہ کے ڈھال پر ہوتا ہے۔

دوسری غور طلب حالت کو اس لیے داخل کیا گیا ہے کہ پانی کی تراش کے ہر نقطہ پر چونکہ رفتار متغیر ہوتی ہے اور اس کو نظر انداز کیا جاتا ہے تو اس سے ایک خطا پیدا ہوتی ہے جس کی رعایت اس حالت کے شامل رکھنے سے ہوسکتی ہے۔ مصنوعی نالوں میں جو اس وقت ہمارے زیر غور ہونگے، تراش اور تہ کا ڈھال علی العموم یکساں ہوتے ہیں اس طرح عمق مستقل رہتا ہے یعنی پانی کی سطح تہ کے متوازی رہتی ہے۔ دریاؤں (ندیوں) کی صورت میں یہ بات قابل اطمینان نہیں پائی جاتی اور ان کی گہرائی عرض یا تہ کے ڈھال کے ہر تغیر کے ساتھ بدلتی ہے۔

اگر تہ، پانی کی سطح کے متوازی نہ ہو جیسا کہ رکاوٹوں کے قرب وجوار میں ہوتا ہے تو ہر ریشہ کا موثر اُتار اس صورت میں بھی پانی کی سطح کا موثر اُتار ہوگا۔

پلیٹ ۸ اور ۹

فرض کرو کہ ج د (شکل ۵۹) ایک ریشہ ہے جس کے سرے سطح سے ظ۱ اور ظ۲ گہرائیوں پر واقع ہیں اور مان لو کہ طول ج د میں سطحی اُتار ڈ ہے۔ ج د کا حقیقی ڈھال (ظ۲ + ڈ) - ظ۱ ہے۔ نقاط ج اور د پر دباؤ بالترتیب ظ۱ اور ظ۲ ہیں اس لیے دباؤ سے ارتفاع کا تفاوت ظ۱ - ظ۲ ہے۔ اور موثر اُتار ان ارتفاعوں کا مجموعہ ہے یعنی (ظ۲ + ڈ - ظ۱) + (ظ۱ - ظ۲) = ڈ

(۸۴) قدریں ـــــ ایم۔ بیزن[1] کے تجربوں اور تحقیقاتوں سے

ظاہر ہوتا ہے کہ قدر مہ کو (طولی اُتار کے باعث پیدا ہونے والے خفیف تغیرات کو نظر انداز کرتے ہوئے) اس شکل میں ظاہر کر سکتے ہیں مہ = عہ $\left(1 + \frac{ب}{ن}\right)$ جہاں ن سے مراد پانی کی تراش کا ام ۱/ع اور عہ اور بہ ایسی مقداریں ہیں جن کا انحصار کناروں کی نوعیت پر ہے۔

تمام نالوں کو ان کے کھردرے پن کے لحاظ سے اگر چار قسموں میں تقسیم کر دیا جائے تو عہ اور بہ کی قیمتیں حسب ذیل ہوں گی۔[2]

	عہ	بہ
۱۔ بہت چکنائے ہوئے نالے: سیمنٹ، رندہ کیے ہوئے تختے ...	۰۰۰۳ء	۱ء
۲۔ چکنائے ہوئے نالے: تراشے پتھر اور اینٹ کی تعمیر ...	۰۰۰۴ء	۲ء
۳۔ کھردرے نالے: گنڈگی بندش، سنگ بندی ...	۰۰۰۵ء	۸ء
۴۔ نہایت کھردرے نالے: زمین	۰۰۰۶ء	۴ء۰

مثال (۵۰) سیمنٹ کی استرکاری کیے ہوئے نالے کا ام ۱/ع ۲ انچ ہے۔ تو بتاؤ کہ س کی کیا قیمت ہوگی۔

---

[1] M. Bazin

[2] نوٹ۔ عہ کے لیے بیزن (Bazin) کی قیمتیں اعشاریہ کے پانچ مرتبے تک معلوم کی گئی ہیں اور بہ کے لیے اعشاریہ کے دو مرتبے تک لیکن یہاں چونکہ ایسے اعداد دینا مقصود ہیں کہ جو آسانی سے یاد رہیں اس لیے ان قیمتوں کو مختصر کر دیا گیا ہے۔ ذیل کی جدول عہ اور بہ کی حقیقی قیمتیں بتاتی ہے جو پلیٹ ۹ میں دکھائی گئی ہیں۔ اس سے زیادہ مکمل جدول کے لیے دیکھو ضمیمہ ۱۔

پلیٹ

$$مہ = ٫۰۰۳ \left(۱ + \frac{٫۱۱}{٫۵}\right) = ٫۰۰۳۶$$

$$س = \sqrt{\frac{ع٫۲}{مہ}} = \frac{۸}{٫۰۶} = ۱۳۳$$

چاروں قسم کی قدروں کو ترسیمی طور پر پلیٹ ۹ میں دکھایا گیا ہے۔

چوتھی قسم کے نالوں سے ہمیں عام طور پر کام پڑتا ہے۔ اور اس قسم کے لیے س کی قیمتیں جدول ذیل میں دکھائی گئی ہیں۔

زمینی نالوں کے لیے قدریں

م، ا، ع	س	م، ا، ع	س	م، ا، ع	س
۰٫۲۵	۲۵	۳٫۰	۶۸	۶٫۵	۸۱
۰٫۵	۳۴	۳٫۵	۷۱	۷٫۰	۸۳
۰٫۷۵	۴۱	۴٫۰	۷۳	۷٫۵	۸۴
۱٫۰	۴۶	۴٫۵	۷۵	۸٫۰	۸۵
۱٫۵	۵۴	۵٫۰	۷۷	۸٫۵	۸۵
۲٫۰	۶۰	۵٫۵	۷۹	۹٫۰	۸۶
۲٫۵	۶۴	۶٫۰	۸۰	۱۰٫۰	۸۸

بیزن (Bazin) کی قدریں بڑے دریاؤں کے اخراج دریافت کرنے کے لیے استعمال نہیں کی جا سکتیں۔ اس قسم کے آبی گذروں کے لیے جملہ رہ سی بان ڈین گنگلٹ کٹر (Kutter) کے ضابطہ سے جو س کی قیمت حاصل ہو استعمال کرنی چاہیے۔

گنگلٹ کٹر کا ضابطہ حسب ذیل ہے:۔

پلیٹ ۱۰

$$\text{س} = \frac{41.6 + \dfrac{1.811}{\text{ن}} + \dfrac{0.00281}{\text{ڈ}}}{1 + \left(41.6 + \dfrac{0.00281}{\text{ڈ}}\right)\dfrac{\text{ن}}{\sqrt{\text{ا}}}}$$

جہاں ڈطولی ڈھال ہے، اور نَ ناہمواری کی قدر جس کی چند قسمیں ذیل میں درج ہیں:-

باریک استرکاری	۰٫۰۱۰	دریا اور نہریں جو اچھی حالت میں ہوں	۰٫۰۲۵
ترشے پتھر اور اینٹ کا کام	۰٫۰۱۳	دریا اور نہریں جو معمولی حالت میں ہوں	۰٫۰۳۰
گنڈ کی بندش	۰٫۰۱۷	دریا اور نہریں جو خراب حالت میں ہوں	۰٫۰۳۵
سخت بجری	۰٫۰۲۰	....	

یہ ضابطہ تمام جسامتوں کی ندیوں کے لیے درست ہے خواہ وہ چھوٹی سے چھوٹی ندی ہو یا بڑے سے بڑا دریا ہو۔ لیکن جدولوں کی مدد کے بغیر بسہولت استعمال نہیں کیا جاسکتا۔ قدروں کی قیمتیں ضمیمہ دوم میں دی گئی ہیں اور ان میں سے منتخب کو ترسیمی طریقے پر پلیٹ عـ۱۰ میں دکھایا گیا ہے۔

مصنوعی نہروں کے لیے جن سے کہ اس باب میں بحث کی گئی ہے بلیزن کی قدریں موزوں ہیں اور مثالوں میں استعمال کی گئی ہیں۔

(۸۴)۔ دو قسم کے مسائل عملی پیش نظر ہوتے ہیں، راست اور معکوس۔ اول الذکر میں نہر کے ابعاد معلوم ہوتے ہیں اس طور پر کہ ن معلوم ہوتا ہے اور مناسب قدر دریافت کی جاسکتی ہے۔ اور آخر الذکر میں ن اور اس لیے س نامعلوم ہوتا ہے اور ہمیں تخمین کے طریقہ سے کام لینا پڑتا ہے۔ مثالیں حل کرنے سے پہلے بہرصورت نالوں کی عام شکلوں کا تذکرہ ضروری ہے۔

۸۵۔ نالے کی تراش — مٹی کے کام کے نالوں کی

تراش منحرف نما ہوتی ہے ان کی تہ چپٹی ہوتی ہے جس کی چوڑائی افٹ

رج بہا کی چوڑائی سے لے کر ۱۸۰ فٹ بڑی سے بڑی صدر نہر کی چوڑائی تک ہوتی ہے۔ اور طرفی سلامیاں بھی ہوتی ہیں۔ اس کے میلان کا انحصار زیادہ تر زمین کے ٹھہراؤ کے زاویہ پر ہوتا ہے۔ پہلے پہل یہ میلان عموماً ۱:۱ یا $\frac{1}{2}$ ۱:۱ رکھا جاتا ہے۔ لیکن جوں جوں وقت گزرتا جاتا ہے یہ طرفی سلامیاں زیادہ شدید ہوتی جاتی ہیں اور وہ کم و بیش $\frac{1}{2}$ ۱: کے قریب قریب ہو جاتی ہے۔ علی العموم اگر طرفی سلامی ت : ۱ ہو، تہ کی چوڑائی چ اور گہرائی ع تو ہمیں پانی کی تراش کا رقبہ ف = (چ + ت ع) ع کے حاصل ہوتا ہے اور تر شدہ گھیر ب = چ + ۲ ع $\sqrt{ت^2 + 1}$ گہرائی چند انچوں سے ۱۰ یا ۱۲ فٹ تک بدل سکتی ہے۔

چنائی کے نالے مثلاً آب گذر، عام طور پر تراش میں مستطیلی یا تقریباً مستطیلی ہوتے ہیں۔ جو نالے پہاڑ کاٹ کر یا کنکریٹ سے بنائے جاتے ہیں نصف دائری ہوتے ہیں۔ اس لیے کہ یہ شکل ہر لحاظ سے سب سے زیادہ سستی پڑتی ہے۔

(۸۶) نالوں کا اخراج ——— اگر کسی موجودہ نالے کی رفتار اور اخراج معلوم کرنے ہوں تو اس کی تراش اور ڈھال کو ناپ لیا جاتا ہے تاکہ چ، ع، ت اور ڈ معلوم ہو جائیں۔ س کی حقیقی قیمت پھر معلوم کی جا سکتی ہے اور رفتار را اور اخراج خ معلوم کیے جا سکتے ہیں۔

مثال (۵۱)۔ ایک مٹی کے کام کی نہر کی تہ کی چوڑائی ۶ فٹ، طرفی سلامیاں ۱:۱، عمق ۳ فٹ اور اُتار ۱ فٹ فی میل ہے، رفتار اور اخراج معلوم کرو۔

یہاں ف = (۶ + ۳) ۳ = ۲۷ مربع فٹ

ب = ۶ + ۲ × ۳ $\sqrt{2}$ = ۱۴٫۵ فٹ

∴ ن = $\frac{۲۷}{۱۴٫۵}$ = ۱٫۸۶

مہ = ۰۰۶ء۰ (۱ + ۴/۱ء۱۸۶) = ۰۱۹ء۰

س = √(ج۲/مہ) = ۵۷ (اس کی حقیقی قیمت جدول دفعہ ۳۸ کی رو سے ۶۰ ہوگی)۔

ر = ۵۷ √(۱ء۱۸۶ × ۱/۵۲۸۰) = ۱ء۰۷

خ = ف ر = ۲۸ء۹ مکعب فٹ فی ثانیہ

مثال (۵۲)۔ مذکورۂ بالا نہر کا اخراج کیا ہوگا اگر نہر کی تہ اور سلامیوں پر بے گھڑے پتھر سے سنگ بندی کر دی جائے۔

یہاں مہ = ۰۰۵ء۰ (۱ + ۰۸ء/۱ء۱۸۶) = ۰۰۷۲ء۰

∴ س = √(ج۲/مہ) = ۹۴

خ = ۹۴/۵۷ × ۲۸ء۹ = ۴۷ء۶ مکعب فٹ فی ثانیہ

مثال (۵۳)۔ اُس نصف دائری نہر کا اخراج کیا ہوگا جس پر سیمنٹ کی استرکاری کی گئی ہو اور جس کی آڑی تراش کا رقبہ ۲۷ مربع فٹ، اور ڈھال ۱ فٹ فی میل ہو۔

فرض کرو کہ قَ قطر ہے، π قَ۲/۸ = ۲۷ ∴ قَ = ۸ء۳

م، ا، ع = قَ/۴ = ۲ء۰۸

مہ = ۰۰۳ء۰ (۱ + ۰۱ء/۲ء۰۸) = ۰۰۳ء۰

س = √(ج۲/مہ) = ۱۴۶

ر = ۱۴۶ √(۲ء۰۸/۵۲۸۰) = ۲ء۸۹

خ = ق ر = ۸،۷ مکعب فٹ فی ثانیہ ۔

(۸۷) ۔ مٹی کے کام کی منحرف نما نہروں کا تجزیہ نقشہ ۔ ہمارے پاس تین مساواتیں ہیں :۔

$$ر = س \sqrt{ن ڈ} \quad \ldots\ldots (۵۴)$$

$$خ = ق ر \quad \ldots\ldots (۵۵)$$

$$س = \sqrt{\frac{۲ ج}{مہ}} \quad \ldots\ldots (۵۶)$$

جہاں $ق = (چ + ت ع) ع$، $ن = \frac{(چ + ت ع) ع}{چ + ۲ ع \sqrt{ت^{۲} + ۱}}$

$مہ = ۰۰۶ء۰ \left(۱ + \frac{۲}{ن}\right)$، اس طرح پر سات مقداروں چ، ع، ت، ڈ، س، ر اور خ میں سے کوئی سی تین دریافت کی جا سکتی ہیں اگر بقیہ معلوم ہوں ۔ س کی قیمت چ اور ع کی رقموں میں بہرحال اس قدر پیچیدہ ہے کہ اس کو سوائے عددی صورت کے کسی اور دوسری مساوات میں آسانی سے نہیں تبدیل کر سکتے ۔ اس لیے ہمیں جن جن صورتوں سے واسطہ پڑے ہم ان کو دو جماعتوں میں منقسم کر سکتے ہیں ۔ ایک وہ کہ جن میں معطیات کے ذریعہ مساوات (۵۶) کی مدد سے س کی قیمت بالراست معلوم ہو سکے ۔ اور دوسری وہ کہ جن میں یہ صورت نہ ہو ۔ پہلی جماعت بلا کسی دشواری کے حل کی جا سکتی ہے ۔ دوسری جماعت کو حل کرنے کا بہترین طریقہ حسب ذیل ہے :

س کی ایک قیمت فرض کر لی جاتی ہے اور نہر کے ابعاد حل کر لیے جاتے ہیں ۔ ص، ا، ع معلوم کر لیا جاتا ہے ۔ اور پھر س کی قیمت اس کے مطابق دریافت کر لی جاتی ہے ۔ اگر وہ مفروضہ قیمت کے برابر ہو تو حل مکمل ہوتا ہے ورنہ اس سے دوسری فرضی قیمت آزمانے کے لیے مدد ملتی ہے جس سے نہر کے ابعاد دوبارہ دریافت کرنے چاہییں ۔ نہروں کا تجزیہ نقشہ جدولوں کی مدد سے آسانی سے

تیار ہوسکتا ہے مثلاً ھائیم (Higlm) کی جدول یا جیکسن (Jackson) کی جدول سے یا ضمیموں میں دی ہوئی جدولوں سے۔

اس طرح مساوات (۵۶) کو الگ کر لینے کے بعد صرف دو مساواتوں سے بحث باقی رہ جاتی ہے۔ اس کے علاوہ سلامی کا تناسب ت ہمیشہ دے دیا جاتا ہے کیونکہ اس کا انحصار زمین کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ اس طرح ہمارے پاس پانچ مقداریں چ، ع، ڈ، ر اور خ ہوتی ہیں جن میں سے اگر تین معلوم ہوں تو باقی کوئی سی دو معلوم کی جا سکتی ہیں۔ اس طرح دس صورتیں واقع ہوسکتی ہیں جن میں سے پہلی صورت سے دفعہ (۸۶) میں بحث کی جا چکی ہے۔ ان میں سے پانچ صورتوں میں چوڑائی اور عمق کو یا تو بنا دیا جاتا ہے یا معطیات کے ذریعہ ان کو فوراً دریافت کیا جا سکتا ہے۔ اور بنا بریں س کی قیمت براہ راست حل کی جا سکتی ہے۔ بقیہ پانچ کی صورتیں س کی قیمت یکے بعد دیگرے تقرّب سے معلوم کرنی ہے۔

	معلومہ	مطلوبہ
صورت اول۔ جب کہ س کی قیمت بالراست محسوب ہو سکے۔	چ ع ڈ	خ ر
	چ ع خ	ڈ ر
	چ ع ر	ڈ خ
	ع خ ر	ڈ چ
	چ خ ر	ڈ ع
صورت دوم۔ جب کہ س کی قیمت فرض کرلی جائے۔	خ ر ڈ	چ ع
	خ ڈ ع	چ ر
	خ ڈ چ	ع ر
	ر ڈ ع	خ چ
	ر ڈ چ	خ ع

مثال (۵۴) ایک صدر نہر سے ۲۵۰۰ مکعب فٹ ثانیہ کا اخراج حاصل کرنا ہے جس کی رفتار ۲.۵ فٹ فی ثانیہ ہے اور پانی کا عمق ۵ فٹ ۔ طرفی سلامیاں ۱:۱ ہیں ۔ نہ کا عرض اور ڈھال معلوم کرو۔

ق = خ/ر = ۱۰۰۰ مربع فٹ

اوسط عرض = ق/ع = ۲۰۰ فٹ

نہ کی چوڑائی ج = ۲۰۰ - ۵ = ۱۹۵ فٹ

ب = ۱۹۵ + ۱۰ √۲ = ۲۰۹.۱۴

ن = ق/ب = ۱۰۰۰/۲۰۹.۱۴ = ۴.۷۸

جس سے مہ = ۰.۰۱۱ اور س = ۷۶

ر = ۷۶ √(۴.۷۸ ڈ)

∴ √ڈ = ۲.۵/(۲.۱۹ × ۷۶) = ۰.۰۱۵

∴ ڈ = ۰.۲۲۵ فی ۱۰۰۰ فٹ یا ۱ فٹ ۲ انچ فی میل

مثال (۵۵) ۔ آبپاشی کی ایک نہر سے ۵۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ اخراج حاصل کرنا ہے جس کی رفتار ۳ فٹ اور ڈھال ۲۵۰۰ میں ۱ ہو ۔ طرفی سلامیاں ۱:۱ ہیں ۔ تو عمقِ آب اور نہ کا عرض معلوم کرو ۔

ق = خ/ر = ۵۰۰/۳ = ۱۶۷ مربع فٹ

ر = س √(ن ڈ) ∴ س √ن = ۱۵۰

فرض کرو کہ ن = ۳ ∴ س = ۷۰ ∴ س √ن = ۱۲۱

ن = ۴ ∴ س = ۷۶ ∴ س √ن = ۱۵۲

فرض کرو کہ ن = ۳٫۹ ∴ س = ۷٦ ∴ س √ن = ۱۵۰

ہمیں معلوم ہے کہ (چ + ع) ع = ۱٦۷ ...... (i)

$\frac{۱٦۷}{چ + ۲ ع \sqrt{۲}} = ۳٫۹$ .... (ii)

مساوات (ii) سے چ = ۴۲٫۸ - ۲٫۸ ع، مساوات (i) میں تبدیل کرنے سے ۴۲٫۸ ع - ۱٫۸ ع^۲ = ۱٦۷ جس سے ع = ۴٫۹ گویا ۵ فٹ۔

(i) سے (چ + ۴٫۹) ۴٫۹ = ۱٦۷ ∴ چ = ۲۹

اس لیے مطلوبہ ابعاد چ = ۲۹ فٹ اور ع = ۵ فٹ ہیں

مثال (۵٦)۔ جس نہر کی گہرائی $\frac{۱}{۲}$۳ فٹ، ڈھال ۱۸ انچ فی میل، اور بازوؤں کے ڈھال ۱:۱ ہیں اس کا اخراج ۱۸۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔ تہ کا عرض اور رفتار معلوم کرو۔

نہر کی گہرائی $\frac{۱}{۲}$۳ فٹ ہے۔ مان لو کہ ن = ۳ فٹ

یعنی س = ۷۰، خ = ۱۸۰

ڈ = $\frac{۱}{۳۵۲۰}$، ر = س $\sqrt{ن ڈ}$ = ۲٫۰۵

اوسط چوڑائی = $\frac{۱۸۰}{۲٫۰۵ \times ۳\frac{۱}{۲}}$ = ۲۵

∴ چ = $\frac{۱}{۲}$۲۱ ∴ ب = ۳۱٫۴، ق = ۸۷٫۵

اس لئے ن کی تصحیح شدہ قیمت $\frac{۸۷٫۵}{۳۱٫۴}$ = ۲٫۸ ہے

∴ س = ٦۹، ر = س $\sqrt{ن ڈ}$ = ۱٫۹۵

∴ اوسط چوڑائی = $\frac{۱۸۰}{۱٫۹۵ \times ۳\frac{۱}{۲}}$ = ۲٦٫۴ جس سے چ = ۲۳ فٹ

مثال (۵٦) ا۔ ایک نہر کی تہ ۷ فٹ چوڑی ہے ہر طرفی سلامی کا

طول ۲۶ء۸ فٹ، پانی کی سطح پر عرض ۱۸ فٹ ہے اور عمق آب ۴ فٹ اور سطح کا ڈھال ۴ انچ فی میل تو بتاؤ کہ فی دقیقہ اخراج کیا ہوگا۔ (جامعہ سنہ ۱۸۸۶ء)

∴ یہاں ق = ۵۰ مربع فٹ، ب = ۶ء۲۰ فٹ ∴ ن = ۴ء۲

∴ س = ۶۶

ڈ = ۱ / (۵۲۸۰ × ۳) ، ر = س √(ن ڈ)

= ۶۶ √(۲ء۴ / (۵۲۸۰ × ۳))

= ۶۶ / (۶۶ √۱۰) = ء۸۱۲

∴ خ = ۵۰ × ء۸۱۲ = ۴۰ء۶ مکعب فٹ فی ثانیہ اور اخراج فی دقیقہ = ۴۰ء۶ × ۶۰ = ۲۴۳۶ مکعب فٹ۔

(۸۸) - **عملی معطیات** ـــــ آبپاشی کی نہروں کی صورت میں عام طور پر خ، ر، ت اور ڈ کی قیمتیں دی ہوئی ہوتی ہیں اور ع اور ج کو معلوم کرنا ہوتا ہے۔ بعض اوقات ع بھی دے دیا جاتا ہے اور ج اور ڈ یا ج اور ر کو معلوم کرنا ہوتا ہے۔ اخراج خ کا تعین اُس رقبہ کے حساب سے ہوتا ہے جس کی آبپاشی کرنی ہوتی ہے اور عام طور پر ۱ مکعب فٹ فی ثانیہ ۱۶۰ ایکروں کے لیے رکھا جاتا ہے۔ رفتار ر کو جتنا زیادہ رکھنا ممکن ہو رکھا جاتا ہے تاکہ کھدائی کی آڑی تراش جتنی کم ہو سکتی ہے کم ہو جائے۔ لیکن رفتار اتنی بلند بھی نہ ہونی چاہیے کہ پشتے اور تہ کٹ جائیں اور نہ اتنی کم کہ سوار کی پیدائش یا اَٹ خوب اچھی طرح جمتی رہے۔ رفتار عام طور پر ۱½ اور ۳ فٹ فی ثانیہ کے بین بین رکھی جاتی ہے۔ طرفی سلامی کا تناسب ت زمین کی نوعیت پر منحصر ہوتا ہے۔ اور عام طور پر شروع میں ۱:۱ یا ½ ۱:۱ رکھا جاتا ہے اور طولی ڈھال ڈ اُس علاقہ کی زمین کے قدرتی ڈھال سے زیادہ نہیں ہو سکتا لیکن نہر کی مناسب طور پر خطیائی کرکے یہ ڈھال جتنا چاہیں کم کیا جا سکتا ہے یا اگر نہر میں ایک ہی مقام پر

تھوڑے تھوڑے فاصلوں پر اُتار دے دیے جائیں یا پختہ آبشار بنا دیے جائیں جن میں رفتار کی پیدا شدہ زیادتی کو زائل کرنے کا بند و بست ہو اس سے رفتار میں جتنی چاہیں کمی ہو سکتی ہے۔ نہ کا ڈھال چھوٹی نہروں میں ۲۰ فٹ فی میل، بڑی نہروں میں ۵ فٹ فی میل، یا بہت بڑی نہروں کے لیے ۱½ فٹ فی میل سے عام طور پر زیادہ نہیں ہوتا۔ اگر رفتار دے دی گئی ہے تو نہر کے ڈھال کی زیادتی ن کی کمی یعنی عمق کی کمی کا باعث ہو گی۔

اگر رفتار حد سے زائد ہو تو تہ میں گڑھے پڑ جاتے ہیں۔ ان گڑھوں پر چھوٹے سیل خیز بنتے چلے جاتے ہیں جس کے باعث کٹائی الٹی طرف شروع ہو جاتی ہے یہاں تک کہ رفتہ رفتہ یہ کٹائی اوپر وار نہر کے مبداء کی طرف کو رُخ کرتی ہے اور اس سطحوں کی پس روی جو کہلاتی ہے وہ پیدا ہو جاتی ہے۔

کشتی رانی کی نہروں کے تمام ابعاد اور رفتار دی ہوئی ہوتی ہے۔ اور ڈ اور رخ معلوم کرنا رہ جاتا ہے۔ ابعاد کا تعین آمد و رفت کی ضروریات کے لحاظ سے کیا جاتا ہے اور کشتی کی کھچائی کی سہولت کے لیے رفتار کو جس قدر کم رکھنا ممکن ہو رکھنا چاہیے جو ۱٫۵ سے ۱٫۷۵ فٹ فی ثانیہ تک رکھی جا سکتی ہے۔

(۸۹) اقل گھیر والی نہریں ـــــ نہر جس کا رقبہ دیے ہوئے گھیر کے لیے بڑے سے بڑا ہو یا جس کا گھیر دیے ہوئے رقبہ کے لیے کم سے کم ہو اعظم ترین اخراج کی نہر یا اقل ترین گھیر والی نہر کہلاتی ہے۔ اس قسم کی نہروں کی شکل کا تعین کرنا مطلوبہ کھدائی پر عملاً اپنا اثر ڈالتا ہے۔ اخراج میں تغیر اس طرح ہوتا ہے جس طرح ق × √ن یعنی جس طرح √(ق³/ب) پس کسی معلوم اخراج کے لیے √(ق³/ب) مستقل رہتا ہے یعنی ق ∝ ∛ب۔ اس لیے اگر بقیہ مفادیر وہی رہیں تو کھدائی کم سے کم اس وقت ہو گی جب گھیر کم سے کم ہو۔

(د) ڈھکے ہوئے نالے ـــــ اگر نہر بند ہو یعنی پانی کی تراش کے ہر طرف محدود ہو جس کی بہترین شکل دائرہ ہے کیونکہ یہ وہ شکل ہے کہ

پلیٹ ۱۱

جس کا گھیر یا محیط دیے ہوئے رقبے کے لیے کم سے کم ہوتا ہے ۔ اس صورت میں م، ا، ع = قطر/۴ = ع/۴ جہاں ع بڑے سے بڑا عمق ہے ۔ اس شکل کو عام طور پر نلوں کی صورت میں استعمال کیا جاتا ہے ۔

نل جو بھر پور نہ بہے (دفعہ ۷۹) وہ جن معنوں میں یہاں بحث کی جا رہی ہے بند نالا تصور نہیں کیا جا سکتا ۔

(ب) کھلی نہریں ـــ اگر نہر کھلی ہوئی ہو اور پانی کی سطح پر اس کا عرض بڑے سے بڑا ہو تو نصف دائرہ اس کی بہترین مثال ہے ۔ اس صورت میں م، ۲، ع = قطر/۴ = ع/۲ جہاں ع سے مراد بڑے سے بڑا عمق ہے ۔ اس قسم کی شکل اُن نہروں کے لیے موزوں ہوتی ہے جو پہاڑ میں کٹائی کر کے یا کنکریٹ سے بنائی گئی ہوں ۔

(ج) منحرف نما نہریں ـــ اگر کسی کھلی نہر کی تراش کثیر الاضلاع ہو تو بہترین شکل وہ ہے جو نصف دائرہ کے قریب قریب ہو یعنی دائرہ کے باہر بنا ہوا منتظم نصف کثیر الاضلاع جس کے اضلاع لاتعداد ہوں ۔ چونکہ عملی صورتوں میں اضلاع کی تعداد تین تک ہی رکھی جاتی ہے اس لیے منحرف نما نہر کی بہترین تراش ایک نصف مسدس ہے ۔

م، ۲، ع = ع^2 $\sqrt{3}$ ÷ ۲ $\sqrt{3}$ ع = ع/۲ ۔ یہ شکل چنائی کے کاموں میں اختیار کی جا سکتی ہے لیکن طرفی سلامیاں جو تقریباً ۱ : ۳/۴ ہوتی ہیں مٹی کے کام کے لیے ضرورت سے زیادہ ڈھلواں ہوتی ہیں تا وقتیکہ ان میں سنگ بندی نہ کی جائے ۔

(د) منحرف نما نہریں جن کی طرفی سلامیاں دی ہوئی ہوں ۔ مٹی کی نہروں کی تعمیر میں جیسا کہ دفعات ۸۷ اور ۸۸ میں عملی طور پر بتایا جا چکا ہے طرفی سلامیوں کا طول و عرض ہمیشہ معلوم ہونا چاہیے ۔ اگر نہر کی تہ کی چوڑائی لا اور گہرائی یا ہو تو معلوم طرفی سلامیوں کے تناسب سے بہ آسانی ثابت کیا جا سکتا ہے کہ بہترین

پلیٹ ۱۱

شکل اس وقت حاصل ہوگی جب کہ لا = ۲یا(√ت۲ + ۱ - ت)

ہمیں معلوم ہے کہ ق = (لا + ت یا) یا . . . . (i)

ب = لا + ۲ یا √ت۲ + ۱ . . . . (ii)

بڑے سے بڑے اخراج والے نالے کی صورت میں ہم ب کو مستقل اور ق کو اعظم تصور کرسکتے ہیں یا ق کو مستقل اور ب کو اقل مان سکتے ہیں یا اگر اخراج کو مقررہ تصور کیا گیا ہو تو ق اور ب دونوں اقل ہوں گے۔ ہر صورت میں ق اور ب کے تفرقی سر صفر ہوں گے۔ یا کے لحاظ سے تفرق کرنے سے :-

مساوات (i) سے لا + یا $\frac{\text{فرلا}}{\text{فریا}}$ + ۲ ت یا = ۰

مساوات (ii) سے $\frac{\text{فرلا}}{\text{فریا}}$ + ۲ √ت۲ + ۱ = ۰

جس سے لا - ۲ یا √ت۲ + ۱ + ۲ ت یا = ۰

∴ لا = ۲ یا (√ت۲ + ۱ - ت)

م ، ا ، ع = $\frac{\text{ق}}{\text{ب}}$ = $\frac{\text{(لا + ت یا) یا}}{\text{لا + ۲ یا √ت۲ + ۱}}$

= $\frac{\text{یا۲ (۲ √ت۲ + ۱ - ت)}}{\text{۲ یا (۲ √ت۲ + ۱ - ت)}}$ = $\frac{\text{یا}}{\text{۲}}$

فرض کرو کہ ی ف ج ح (شکل ۶۰) نہر مطلوبہ ہے۔ ی ف کے نقطۂ وسطی س سے عمود د ، یا ، د تینوں ضلعوں پر ڈالو۔

تب ق = $\frac{1}{2}$ (ی ح × د + ح ج × یا + ج ف × د)

ب = ی ح + ح ج + ج ف

لیکن $\frac{\text{ق}}{\text{ب}}$ = $\frac{\text{یا}}{\text{۲}}$ ∴ د کو یا کے مساوی ہونا چاہیے۔ لہٰذا س کو مرکز مان کر اور یا نصف قطر رکھ کر اگر دائرہ بنایا جائے تو وہ منحرف نما کے تینوں ضلعوں کو مَس کرے گا۔

پلیٹ ۱۱

ف ک، ح ج پر عمود گراؤ تب مثلث س ل ف مثلث ف ج ک

کے متشابہ ہوگا۔ ∴ $\frac{\text{س ف}}{\text{س ل}} = \frac{\text{ف ج}}{\text{ف ک}}$ ۔ لیکن س ل = ف ک = یا

∴ س ف = ف ج ۔ یعنی طرفی سلامی چوٹی کی چوڑائی کی نصف ہوگی اور اس لیے گھیر چوٹی اور تہ کی چوڑائیوں کا مجموعہ ہوگا۔ اس لیے شکل کو اس طرح بنانا پڑے گا جو ذیل میں درج ہے (دیکھو شکل ۶۰)۔

(i) گہرائی اور طرفی سلامی دی ہوئی ہو۔ س د عمود، دی ہوئی گہرائی کے برابر بناؤ۔ اور س اور د میں سے اُفقی خطوط ی ف اور ح ج بناؤ۔ س کو مرکز مان کر س د کی دُوری پر ایک نصف دائرہ بناؤ۔ ف ج اور ی ح دیے ہوئے میلانوں پر نصف دائرہ کو مَس کرتے ہوئے کھینچو تو نہر مطلوبہ ی ف ج ح ہوگی۔

(ii) چوٹی کی چوڑائی اور طرفی سلامی دی ہوئی ہو۔ ی ف کو اُفقی شکل میں دی ہوئی چوٹی کی چوڑائی کے برابر بناؤ اور نقطہ س پر اس کی تنصیف کرو۔ دی ہوئی سلامیوں پر ف ج اور ی ح بناؤ۔ ف کو مرکز مان کر اور ف س کی دُوری پر ایک قوس بناؤ جو ف ج کو ج پر قطع کرتی ہو۔ ج ح کو اُفق کے متوازی بناؤ تو نالے کی شکل پوری ہو جائے گی۔

(iii) تہ کی چوڑائی اور طرفی سلامی دی ہوئی ہو۔ تہ کی چوڑائی ح ج بناؤ اور نقطہ د پر اس کی تنصیف کرو۔ ج ف اور ح ی دی ہوئی سلامیوں پر کھینچو۔ ج سے ج ل، ج د کے مساوی بناؤ اور ل س اور د س علی الترتیب ج ف اور ح ج پر عمود بناؤ جو س پر ملتے ہیں۔ س میں سے ی ف اُفقی بناؤ کہ جو طرفی سلامیوں سے ی اور ف پر ملے۔

پلیٹ ۱۱

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ چونکہ $\text{ی ف} = ۲\,\text{ع}\sqrt{\text{ت}^{۲}+۱}$ $\text{ح ج} = \text{ی ف} - ۲\,\text{ت ع}$

$$\text{ق} = \frac{(\text{ی ف} + \text{ح ج})\,\text{ع}}{۲} = (\text{ی ف} - \text{ت ع})\,\text{ع}$$

$$= \text{ع}^{۲}\left(۲\sqrt{\text{ت}^{۲}+۱} - \text{ت}\right)$$

$$\text{اس لیے } \text{ع} = \sqrt{\frac{\text{ق}}{۲\sqrt{\text{ت}^{۲}+۱} - \text{ت}}} \quad \cdots\cdots\cdots (۵۷)$$

اس لیے اگر مقادیر ع، ق، اور ت میں سے کوئی سی دو معلوم ہوں تو تیسری دریافت کی جا سکتی ہے۔

اعظم اخراج کے لیے جو تراش اس طرح حاصل ہوتی ہے وہ عملاً صرف چھوٹے نالوں کے لیے کارآمد ہو سکتی ہے۔ بڑی نہروں کے لیے اگر اس طرح حل کیا جائے تو عمق بہت زیادہ نکلتا ہے اور کھدائی کے نرخ میں جو زیادتی اس طرح ہو جاتی ہے وہ کمی رقبہ کی بحث کو برابر کر دیتی ہے۔

(ی) مستطیلی نہریں — مستطیلی نہر ایک منحرف نما ہوتی ہے جس کا ڈھال ۰° دبا ہوا ہو۔ اس لیے اعظم ترین اخراج کی صورت میں وہ ایک نصف مربع ہوگا۔ م، ا، ع $= \frac{۲\,\text{ع}^{۲}}{۴\,\text{ع}} = \frac{\text{ع}}{۲}$ ۔ اس قسم کی شکل لکڑی یا پختہ چنائی کے آب گذروں کے لیے کام میں لائی جاتی ہے۔

(۹۰) اقل ترین گھیر کی نہروں کا مجوزہ نقشہ

مٹی کے کام کی چھوٹی نہروں کی ساخت میں ہمیں عام طور پر اخراج، رفتار اور طرفی سلامیوں کو معین کر لینا پڑتا ہے۔ اور تراش اور طولی ڈھال کو دریافت کرنا پڑتا ہے۔

مساوات (۵۷) سے ہمیں معلوم ہے کہ $\text{ع} = \sqrt{\frac{\text{ق}}{۲\sqrt{\text{ت}^{۲}+۱} - \text{ت}}}$

اور $\text{ق} = \frac{\text{ج}}{\text{ر}}$

اس طرح ع معلوم ہو جاتا ہے اور چوٹی اور تہ کی چوڑائیاں اس سے معلوم کی جا سکتی ہیں ۔ ھم ر، ع یعنی $\frac{\text{ع}}{۲}$ جب ہم کو معلوم ہو ہم س معلوم کر سکتے ہیں اور پھر مساوات ر = س $\sqrt{\text{ن ڈ}}$ سے ڈ معلوم کر سکتے ہیں ۔

مثال (۵۷) ۔ ایک بہترین شکل کی مٹی کے کام کی نہر کو ۶۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج ۲ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے کرنا ہے ۔ اور طرفی سلامیاں $\frac{۱}{۲}$ ۱ : ۱ ہیں ۔ نہر کا مجوزہ نقشہ تیار کرو ۔

ق = $\frac{۶۰}{۲}$ = ۳۰ مربع فٹ

$$\text{ع}^{۲} = \frac{\text{ق}}{۲\sqrt{\text{ت}^{۲}+۱} - \text{ت}} = \frac{۳۰}{\sqrt{۱۳} - ۱٫۵} = ۱۴٫۲۵$$

∴ ع = ۳٫۸ فٹ

اوسط چوڑائی = $\frac{\text{ق}}{\text{ع}}$ = $\frac{۳۰}{۳٫۸}$ = ۷٫۹ فٹ

تہ کی چوڑائی = ۷٫۹ − ت ع = ۲٫۲ فٹ

چوٹی کی چوڑائی = ۷٫۹ + ت ع = ۱۳٫۶ فٹ

ن = $\frac{\text{ع}}{۲}$ = ۱٫۹

جس سے مہ = ۰٫۰۱۸۶ اور س = ۵۹

$$\therefore \text{ڈ} = \frac{\text{ر}^{۲}}{\text{س}^{۲}\,\text{ن}} = \frac{۴}{(۵۹)^{۲} \times ۱٫۹} = \frac{۱}{۱۶۵۴}$$

لیکن اگر نہر بڑی ہو تو عمق کی قیمت اتنی زیادہ ہو جاتی ہے کہ اُس کو عملی صورت نہیں دی جا سکتی ۔

مثال (۵۸) ۔ بہترین تراش کی اُس اقل نہر کے ابعاد معلوم کرو کہ جسے ۵۰۰۰ مکعب گز فی ساعت لے جانا ہو جب کہ سطح کا ڈھال ۶ انچ فی میل ہو اور طرفی سلامیاں ۱ : $\frac{۱}{۲}$ ۱ (جامعہ ۱۹۲۸ء) ۔

یہاں ت = $\frac{۲}{۳}$، ق = ع^{۲} $(۲\sqrt{\text{ت}^{۲}+۱} - \text{ت})$ = ۱٫۷۳ ع^{۲}

خ = ۳۷٫۵ مکعب فٹ فی ثانیہ

$$ر = \sqrt{\frac{ع}{۲} \times \frac{۱}{۱۰۵۶۰}} = \frac{س}{۱۴۴}\sqrt{ع}$$

$$خ = ق \times ر$$

$$\therefore ۳۷۵ = ۱٫۷۳\, ع^{۲} \times \frac{س}{۱۴۴}\sqrt{ع}$$

فرض کرو کہ س = ۰٫۸، ع = ۱۰٫۸ ∴ ن = ۵٫۴ جس سے

مہ = ٫۰۱۰۴ اور س = ٫۸۷ جو فرض کی ہوئی قیمت کے کافی قریب ہے۔

$$ق = ۱٫۷۳ \times (۱۰٫۸)^{۲} = ۲۰۲ \text{ مربع فٹ}$$

$$\therefore \text{اوسط چوڑائی} = \frac{۲۰۲}{۱۰٫۸} = ۱۹ \text{ فٹ تقریباً}$$

تہ کی چوڑائی = ۱۹ ۔ ت ع = ۱۹ ۔ ۷٫۲ = ۱۱٫۸ فٹ

چوٹی کی چوڑائی = ۱۹ + ۷٫۲ = ۲۶٫۲ فٹ

مثال (۵۹)۔ ایک نہر میں پانی ۳ فٹ عمیق ہے، تہ کی چوڑائی ۴۰ فٹ ہے اطرافی سلامیاں ½۱ : ۱ میں اور اس کا ڈھال ۵۸۷۵ میں ۱ ہے۔ اس نہر کی ایک موزوں شاخ کا مجوزہ پیش کرو جو پانی کے ۱/۴ حصہ کو لے جاسکے۔ اور ضروری ڈھال معلوم کرو تاکہ اس میں بھی پانی کی وہی رفتار رہے جو کہ اصل نہر میں ہے (جامعہ ۱۸۸۴ء)۔

$$\text{یہاں } ع = ۳،\ ج = ۴۰،\ ت = \frac{۳}{۲}،\ ڈ = \frac{۱}{۵۸۷۵}$$

$$ق = (ج + ت ع)\, ع = ۱۳۳٫۵ \text{ مربع فٹ}$$

$$ب = ج + ۲ع\sqrt{ت^{۲} + ۱} = ۵۰٫۸$$

$$ن = \frac{ق}{ب} = ۲٫۶۳$$

$$مہ = ٫۰۰۶\left(۱ + \frac{۴}{ن}\right) = ٫۰۱۵۱$$

پلیٹ

$$\text{س} = \sqrt{\frac{\text{۲ج}}{\text{مہ}}} = ۶۵$$

$$\text{خ} = \text{س ق} \sqrt{\text{ن ڈ}} = ۱۸۳٫۵$$

$$\text{ر} = \frac{\text{خ}}{\text{ق}} = ۱٫۳۰۷ \text{ فٹ}$$

$$\text{نہر کی شاخ کے لیے خ} = \frac{۱۸۳٫۵}{۶} = ۳۰٫۵$$

$$\text{ر} = ۱٫۳۷$$

$$\text{ق} = \frac{\text{خ}}{\text{ر}} = ۲۲٫۳ \text{ مربع فٹ}$$

یہ چونکہ ایک چھوٹی نہر ہے اس لیے ہم اس کا عمق آب یہ سمجھ کر کہ قل گھیر والی نہر ہے دریافت کرلیں ۔ $\text{ع} = \sqrt{\frac{\text{ق}}{۲\sqrt{\text{ت}^۲ + ۱} - \text{ت}}} = ۵۲٫۳$ یہ عمق صدر نہر کے عمق سے زیادہ ہے اور اس لیے ناموزوں ہے ۔

سنگھم پر شاخ اور صدر نہر کی تہوں کو ایک ہی سطح پر رکھ کے اور شاخ کے صدر توم کے لیے ۳ انچ کا ارتفاع رکھ کے ، ہمیں شاخ کا مناسب عمق ۵۷٫۲ ملتا ہے ۔

$$\text{اوسط چوڑائی} = \frac{۲۲٫۳}{۲٫۷۵} = ۱٫۸ \text{ فٹ}$$

ت کو حسب سابق $\frac{۳}{۲}$ کے مساوی رکھ کر :-

نہ کی چوڑائی = ۱٫۸ - ۱٫۴ = ۰٫۴ فٹ

بچوٹی کی چوڑائی = ۱٫۸ + ۱٫۴ = ۱۲٫۲ فٹ

$$\text{ب} = \text{چ} + ۲\text{ع}\sqrt{\text{ت}^۲ + ۱} = ۱۳٫۹$$

$\therefore$ ن = ۶٫۱ جس سے مہ = ۰۲۱۰٫ کہ اور س = ۵.۵

پلیٹ ۱۱

$$\therefore \text{ڈ} = \frac{\text{ر}}{\text{س}^{2}\text{ان}} = \frac{۱}{۲۵۷۵}$$

صراحت شدہ شکل کے دیے ہوئے معطیات دفعہ ۸۹ کے ذریعہ جو نہریں کہ مٹی کے کام کی نہ ہوں ان کا مجوزہ بآسانی تیار کیا جا سکتا ہے۔

مثال (۶۰) بہترین شکل کے ایک مستطیلی آب گذر جس کے بازو اور تہ لکڑی کے تختوں کی بنی ہوئی ہو ۱۲ مکعب فٹ فی ثانیہ ۴ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے لے جاتا ہے۔ اس کا مجوزہ تیار کرو۔

یہاں $\text{ت} = ۰$، $\text{ق} = \frac{\text{خ}}{\text{ر}} = ۳$ مربع فٹ

$$\text{ع}^{2} = \frac{\text{ق}}{\sqrt{\text{ت}^{2}+۱} - \text{ت}} = ۱٫۵$$

$$\therefore \text{ع} = ۱٫۲۲$$

$$\text{چوڑائی} = ۲\text{ع} = ۲٫۴۴$$

$$\text{م، ا، ع} = \frac{\text{ع}}{۲} = ۰٫۶۱$$

$$\text{مہ} = ۰٫۰۰۳\left(۱ + \frac{۰٫۱}{۰٫۶۱}\right) = ۰٫۰۰۳۵$$

$$\therefore \text{س} = ۱۳۳$$

$$\text{ڈ} = \frac{\text{ر}}{\text{س}^{2}\text{ان}} = \frac{۱۶}{۰٫۶۱ \times ۱۷۶۸۹} = \frac{۱}{۶۷۴}$$

، اس لیے آب گذر کی ناپ ۱٫۲۲ × ۲٫۴۴ ہونی چاہیے اور اس میں ڈھال ۶۷۴ فٹ میں ۱ ہونا چاہیے۔

(۹۱) متغیر اخراج کے لیے نہریں — جب کسی نہر کے ذریعہ متغیر حجم لے جانا ہوتا ہے تو یہ مناسب ہوتا ہے کہ اس کی رفتار تقریباً مستقل رکھی جائے۔ یعنی (س کے تغیرات کو نظر انداز کرتے ہوئے) م، ا، ع کو مستقل ہونا چاہیے یا گھیر کو اس شرح سے بڑھانا چاہیے جس شرح سے کہ رقبہ بڑھایا جاتا ہے۔

بہ حالت مٹی کے کام کی نہروں میں بسہولت نہیں پیدا کی جاسکتی اس لیے کہ
پانی کے اقل لیول سے اوپر جو سلامیاں ہوں گی وہ کم سلامی کی ہو جائینگی
اور بالائی سطح پر سلامیاں کسی قدر محدب ہو جائینگی ۔ یہ اصول بہر حال ایک
حد تک اُن بیضوی موریوں کی صورت میں اختیار کیا جاتا ہے جن سے گندآب کا
مستقل اخراج حاصل کرنا ہو اور کبھی کبھی بارش کے پانی کی مقابلۃً بڑی مقداروں کا
اخراج حاصل کرنا ہو ۔

شکل ۶۱ اور ۶۲ میں دو بیضوی تراشیں دکھائی گئی ہیں جن سے
ان کی ساخت ظاہر ہوتی ہے ۔ بلدی بیضوی (شکل ۶۱) میں معکوس کمان کا نصف قطر
چوٹی کے نصف قطر کا نصف ہوتا ہے ۔ ہاکسلے کی بیضوی شکل (۶۲) میں چوٹی
کے نصف قطر کا تقریباً ۳/۵ حصہ ۔ اُن پلیوں میں عام طور پر اینٹ کا کام ہوتا ہے
اور ان کے عرضی قطر ۶ فٹ تک ہوتے ہیں ۔ اس قسم کے نالے گو اوپر سے بند
ہوتے ہیں لیکن اصطلاحاً کھلے نالے تصور کیے جاتے ہیں کیونکہ یہ دباؤ کے تحت
اخراج کرنے کے قابل نہیں ہوتے ۔

مثال (۶۱) ۔ ایک بلدی بیضوی پلیا جس میں اینٹ کا کام ہے اور
جس پر سیمنٹ کی استرکاری کی گئی ہے ۳'-۲" × ۴'-۹" ناپ کی ہے ۔ رفتاروں اور
اخراجوں کا مقابلہ کرو جب کہ اس میں عمیق آب، انتصابی قطر کا ۱/۳ اور ۲/۳ ہو ۔
پیمانہ پر بیضوی کو اُتار کر جب ہم پیمائش کرتے ہیں تو ہمیں معلوم
ہوتا ہے کہ

جب وہ ایک تہائی بھری ہو تو

ق₁ = ۲٫۸۵ ، ب₁ = ۴٫۳۸ ∴ ن₁ = ٫۶۵

اور جب وہ دو تہائی بھری ہو تو

ق₂ = ۳٫۵۸ ، ب₂ = ۷٫۵۸ ∴ ن₂ = ۱٫۰۰

ہاکسلے Hawksley

پابیٹ ۱۱

$$\text{م}_1 = ٫۰۰۳\left(۱ + \frac{٫۱}{٫۲۶۵}\right) = ٫۰۰۳۵ \therefore \text{س}_1 = ۱۳۵$$

$$\text{م}_2 = ٫۰۰۳\left(۱ + \frac{٫۱}{۱٫۰}\right) = ٫۰۰۳۳ \therefore \text{س}_2 = ۱۴۰$$

$$\text{پس}\ \frac{\text{ر}_1}{\text{ر}_2} = \frac{\text{س}_1\sqrt{\text{ا}_1\text{ن}_1}}{\text{س}_2\sqrt{\text{ا}_2\text{ن}_2}} = \frac{۱۳۵ \times ٫۸۱}{۱۴۰ \times ۱٫۰} = \frac{۱۰۹}{۱۴۰}$$

$$\frac{\text{خ}_1}{\text{خ}_2} = \frac{\text{ف}_1\,\text{ر}_1}{\text{ف}_2\,\text{ر}_2} = \frac{۲٫۸۵}{۷٫۵۸} \times \frac{۱۰۹}{۱۴۰} = \frac{۳۱۱}{۱۰۶۱}$$

اس طرح رفتار صرف ایک چوتھائی بڑھتی ہے اور اخراج سہ گُنا ہو جاتا ہے۔

۹۲ ۔ کسی آڑی تراش میں تغیر رفتار ۔۔ جیسا کہ مزاحمتوں کی نوعیت سے توقع کی جا سکتی ہے رفتار تہ اور پشتوں کے نزدیک سب سے کم ہوگی اور پانی کی سطح کے قریب نہر کے محور میں زیادہ سے زیادہ۔ اگر $\text{ر}_{\text{س}}$ بڑی سے بڑی سطحی رفتار اور $\text{ر}_{\text{ته}}$ تہ کی رفتار، اور ر اوسط رفتار ہو تو تجربہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ

تقریباً $\text{ر} = ٫۸\,\text{ر}_{\text{س}} = ۱٫۳\,\text{ر}_{\text{ته}}$ .... (۵۸)

ر اور $\text{ر}_{\text{س}}$ کا تعلق کارآمد ثابت ہوتا ہے اس لیے کہ سطحی ترنڈوں سے $\text{ر}_{\text{س}}$ کی قیمت بسہولت معلوم ہو سکتی ہے۔ نہر کا مجوزہ نقشہ بناتے وقت ر اور $\text{ر}_{\text{ته}}$ کا تعلق معلوم ہونے سے ہم نالہ کو ایسی رفتار دے سکتے ہیں کہ جو مٹی کی معلوم طاقت رکھنے والی تہ اور پشتوں کو نقصان نہ دے۔ نیچے جو اوسط رفتاریں فٹوں فی ثانیہ میں دی گئی ہیں ان سے رفتاریں عام طور پر زیادہ نہ ہونی چاہییں۔

چکنی مٹی	۰٫۷۵	گنڈ	۴٫۰
ریت	۱٫۵	پرت دار چٹان	۶٫۰
کنکر	۳٫۰	سخت چٹان	۱۰٫۰

سادہ فرکی اور لزوجی مزاحمت کے مفروضے سے یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ انتصابی خط س د (شکل ۶۳) کے نقاط پر کی رفتاریں ایسے ایک قطع مکافی

(جس کا محور سطح میں واقع ہو) کے فصلوں کے ذریعہ تعبیر کی جاسکتی ہیں۔ اصلی حرکت بہر حال گردابوں کی موجودگی سے پیچیدہ ہو جاتی ہے۔ یہ گرداب سطح کے قریب بہت زیادہ تعداد میں ہوتے ہیں۔ تجربہ سے معلوم ہوا ہے کہ ان کا منحنی ایک مکافی ہے جس کا راس ۳ء۰ ع سطح سے نیچے ہوتا ہے۔ بیزن (Bazin) نے سطح کی بڑی سے بڑی رفتار سَ اور اوسط رفتار ر کے درمیان حسب ذیل تعلق دریافت کیا ہے۔

$$\text{ر} = \text{سَ} - ۲۵\sqrt{\text{ان ڈ}}$$

$$\text{اب}\quad \text{ر} = \text{س}\sqrt{\text{ان ڈ}}$$

$$\text{اس لیے ر} = \frac{\text{س}}{\text{س} + ۲۵}\,\text{سَ} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۵۹)$$

مثال (۶۲)۔ اُس مٹی کے کام کی نہر کی انتہائی سطحی رفتار جس کا م ۱، ع ۴ فٹ ہو، ۵ فٹ ثانیہ برآمد ہوتی ہے۔ اوسط رفتار معلوم کرو۔

$$\text{مہ} = ۰۰۶ ٫ \left(۱ + \frac{۴}{۴}\right) = ٫۰۱۲۰ \quad \text{س} = \sqrt{\frac{۶۲}{\text{مہ}}} = ۷۳$$

$$\text{ر} = \frac{۷۳}{۲۵ + ۷۳} \times ۵ = ۳٫۷۲ \text{ فٹ فی ثانیہ۔}$$

بہت سے مصنفوں نے اس پر زور دیا ہے کہ پانی کی ہوا یکسعد کی آڑی تراش کی سطح اوپر کی طرف کسی قدر محدب ہوتی ہے یعنی محور پر کناروں کی بہ نسبت زیادہ اونچی ہوتی ہے۔ لیکن جو تجربات رُڑکی میں کیے گئے ہیں وہ اس خیال کی تائید نہیں کرتے۔

[1] ۔ رفتار کی اس تقسیم کا اطلاق صرف بلا روک تراشوں پر ہوتا ہے۔ جب کسی غرقاب چادر کے اوپر سے اخراج کو معلوم کرنا ہو تو اس کے لیے بعض ماہرین کٹخنہ کے حصہ کے لئے رفتار آمد کو رو کی سطحی رفتار کے مساوی لیتے ہیں اور منفذ کے حصہ کے لیے رفتار آمد کو رو کی اوسط رفتار کے مساوی لیتے ہیں۔ اِن وجوہ کی بناء پر جو اوپر بیان کیے گئے ہیں اس عمل کو اس کتاب کے باب چہارم میں نہیں بیان کیا گیا ہے

(۹۳) ۔ ارتفاع کے خفیف نقصانات ـــــ ہر ایک

نالے کا اُتار تقریباً پورا، مزاحمت پر غالب آنے کے کام آتا ہے ۔ رفتارِ داخلہ پیدا کرنے کے لیے اور رکاوٹوں، مثل خموں پر سے گزرنے کے لیے بہر صورت قلیل ارتفاعوں کی ضرورت ہوتی ہے ۔ ارتفاعوں کے ان نقصانات کی تلافی نالے میں اسی قدر زیادہ اُتار دے کر کی جاتی ہے ۔

رفتارِ داخلہ ـــ ہر ایک نالا اپنے مدخل پر مبدا رسد کی طرف یا تو کھلا ہوا ہوگا یا مبدا توم کے ذریعہ سے بند ۔ پہلی صورت میں تھوڑے فاصلہ کے لیے پانی کی سطح میں تیز ڈھال ہوتا ہے ۔ یہ ڈھال اُس رفتار کو پیدا کرنے کے لیے کافی ہوتا ہے جو م، ۱، ع اور ڈھال کے باعث نالے میں آگے چل کر لازمی طور پر پیدا ہونی چاہیے ۔ دوسری صورت میں ارتفاع، توم کی بالائی اور زیرین سمتوں پر سطح آب کے لیول کا فرق ہوتا ہے ۔

فرض کرو کہ ق نالے کی تراش کا رقبہ ہے، ر نہر کی رفتار، ا حقیقی ارتفاع جو پیدائش رفتار کے لیے ضروری ہو ۔ کھُلے درآمد کے لیے

$$\text{خ} = \text{س}\,\text{ق}\sqrt{\text{۲ج}\,\text{ا}} = \text{ر} \times \text{ق}$$

جس سے $\text{ا} = \frac{\text{ر}^2}{\text{س}^2 \times \text{۲ج}} = \text{۱٫۵}\,\frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$ جب کہ س کو ٫۸ مان لیا جائے ۔

بند درآمد کی صورت میں فرض کرو کہ توم کے دروں کا رقبہ ق_1 ہے اور ان میں سے

$$\text{رفتار}\ \text{ر}_1،\ \text{ر}_1 = \frac{\text{ق}}{\text{ق}_1}\,\text{ر}،\ \text{ا}_1 = \frac{\text{ر}_1^2}{\text{س}^2 \times \text{۲ج}} = \left(\frac{\text{ق}}{\text{س}\,\text{ق}_1}\right)^2 \times \frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$$

$$= \text{۱٫۵}\left(\frac{\text{ق}}{\text{ق}_1}\right)^2 \times \frac{\text{ر}^2}{\text{۲ج}}$$

ان دونو صورتوں میں اگر چاہو تو داخلہ کے قریب نالے کو چوڑا کر کے اور اس طرح ابتدائی رفتار کو کم کر کے اتار کو تقسیم کر سکتے ہو ۔

خم ـــ مصنوعی نالے میں موڑ علی العموم بڑے بڑے نصف قطروں کے

پلیٹ ۱۱

منحنی ہوتے ہیں۔ جو نقصانِ ارتفاع ان خموں سے واقع ہوتا ہے اُس کے متعلق کوئی قطعی نتیجہ خیز تجربہ موجود نہیں اس لیے ھمفری[1] اور ایبٹ[2] کے مسیسپی والے ضابطہ کی حسب ذیل ترمیم اختیار کی جاتی ہے:-

اُس خم کے لیے جس کی توس کا محاذی زاویہ عہ ہو نقصانِ ارتفاع ا

$$= \frac{عہ}{۹۰} \times ۳۶ \text{،} \frac{ر^۲}{ج۲}$$

مثال (۶۳)۔ کسی نہر کی شاخ کے پہلے گذر میں ۳۰° کے ۹ اور ۴۵° کے ۳ خم ہیں۔ مید اتوم کے دہانہ کا رقبہ نالے کی تراش کے رقبہ کا نصف ہے۔ نہر میں رفتار ۲ فٹ فی ثانیہ درکار ہے بتلاؤ نالے کے مجوزہ نقشہ کے ارتفاع میں کس قدر بیشی رکھنی چاہیے۔

داخلہ پر $ا = ۵ \text{،} ۱ (۲)^۲ \times \frac{ر^۲}{ج۲}$

۳۰° کے خم پر $ا = \frac{۳۰}{۹۰} \times ۳۶ \text{،} \times \frac{ر^۲}{ج۲}$

۴۵° کے خم پر $ا = \frac{۴۵}{۹۰} \times ۳۶ \text{،} \times \frac{ر^۲}{ج۲}$

∴ مجموعی نقصان ارتفاع $= \frac{ر^۲}{ج۲} (۶ + ۹ \times ۱۲ \text{،} + ۳ \times ۱۸ \text{،})$

$= ۵ \text{،} ۰$ فٹ تقریباً۔

(۹۴)۔ آبشار ـــــ جب زمین کا قدرتی ڈھال نالے کے ڈھال سے زیادہ ہوتا ہے تو نالے کی تہ میں ایک دم گراؤ یا آبشار تعمیر کرکے طول میں بچت نکال لی جاتی ہے۔ ان اُتاروں یا آبشاروں میں پست چادریں ہوتی ہیں جن میں سیڑھیاں نالے کے بہاؤ سمت میں ہوتی ہیں تاکہ گرتے پانی کی طاقت توڑی جا سکے، یا ایک واحد انتصابی اتار ہوتا ہے جو پن گدی پر گرتا ہے۔ ہر دو تعمیری صورتوں میں مقصد یہ ہوتا ہے کہ اتروان ڈھال کے باعث جو رفتار میں تیزی پیدا ہو جاتی ہے وہ زائل ہو جائے۔ اور زیریں سمت پر

[1] Humphery [2] Abbot's Mississippi

پلیٹ ۱۱

پانی نالے کی معمولی رفتار سے پہنچے۔ اگر کوئی چادر نہ ہو تو یہ دیکھا جاتا ہے کہ جس مقام پر چادر ہونی چاہیے اس سے پچھلی طرف نالے کے پانی کا عمق ایک لمبے فاصلہ تک گھٹنا شروع ہو جاتا ہے جس کا لازمی نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ رفتار بڑھ جاتی ہے۔ اور نہ کٹ جاتی ہے۔ جس بلندی تک چادر کو بنانا مقصود ہو وہ ہمیں مساوات

(۱۴) اور (۵۳) یعنی $\frac{۲}{۳}$ س ل $\sqrt{۲ج}$ $\left\{ \left(ا + \frac{ا}{ع} \right)^{\frac{۳}{۲}} - \left(\frac{ا}{ع} \right)^{\frac{۳}{۲}} \right\}$ = خ = س ق $\sqrt{ن ڈ}$

کو ا کے لیے حل کرنے سے حاصل ہوتی ہے۔ تب اگر نہر کا اصلی عمق ع ہو تو چادر کو (ع۔ ا) کی بلندی تک بنانا چاہیے۔

آبشار کی وہ وضع جس میں پانی انتصاباً ایک پن گدی پر گرتا ہے (شکل ۶۵) وہ وضع ہے جو ہمیں قدرتی مناظر میں اکثر نظر آتی ہے اور قدرتی آبشاروں کے پائین پر جو پانی کا ایک کنڈ بن جاتا ہے اس کے مطابق پن گدی کی گہرائی کے تعین کرنے میں ہم کو مدد ملتی ہے۔ نہری آبشاروں کی حالت میں جو ضابطہ اختیار کیا جاتا ہے وہ یہ ہے $لا = ۱٫۵ \sqrt{ا^{\frac{۳}{۴}}\, ع}$۔ یہاں لا پن گدی کی گہرائی ہے، ع نہر کا عمق ہے اور ا نہر کے بالائی اور زیرین حصوں کے پانی کے لبول کا فرق ہے۔ اس وضع کا آبشار جو نہر باری دوآب پر تجربے کے لیے بنایا گیا ہے تختی ۱۲ میں دکھایا گیا ہے۔ چوٹی پر پانی کی سطح کی شکل کو اور گراؤ پانی کی جو دھار بنتی ہے اس کو اور زیرین موج کو اچھی طرح مطالعہ کرنا چاہیے۔

لہر یا آبشار جن میں دوہری گولائیاں ہوتی ہیں (دیکھو شکل ۶۶) اس لیے بنائے جاتے ہیں کہ پانی انتصابی رفتار کے بغیر آبشار کے پائین پر گرا دیا جائے۔ حد سے زائد اُفقی رفتار کی زیادتی کا تدارک آبشار کے نیچے نہر کو چوڑا کر کے یا چھاؤ کی ٹھوکریں بنا کر یا عقبی پانی کے راستہ میں دیگر رکاوٹیں پیدا کر کے کیا جاتا ہے۔ دوہرے وترس د کا ڈھال تقریباً ۶:۱ ہے اور اوپر والی قوس کا وترس ی، س د کا تقریباً ایک تہائی ہے۔

نہر گنگ پر جب کہ وہ پہلے پہل تعمیر کی گئی تھی تو لہر یا آبشار کی چوٹیاں

بالائی گذر نہر کی تہ کے ہمسطح تھیں۔ چند میلوں تک ان آبشاروں کے اوپر جو کٹاؤ پیدا ہوئے وہ اس قدر زیادہ تھے کہ بہت جلد ان آبشاروں کی چوٹیوں کو اونچا کرنے کی ضرورت محسوس ہوئی۔

(۹۵)۔ قائم موجیں —— برقرار متغیر حرکت کی تفرقی مساوات کے ذریعہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ اگر وہ عمق جس پر کوئی نہر بہ رہی ہو $\frac{ر^2}{ج}$ سے کم ہو اور اگر کسی رکاوٹ کے ذریعہ عمق کو بڑھادیا جائے تو جس مقام پر $ع = \frac{ر^2}{ج}$ ہوگا اُس مقام پر سطح آب تہ پر عمود وار ہونے لگتی ہے اور ایک قائم موج پیدا ہو جاتی ہے۔ یہ حالت کسی چادر کی بالائی یا زیریں سمت میں پیدا ہوسکتی ہے اور اُن پلوں کی بہاؤ سمت میں بھی پائی جاسکتی ہے۔ جبکہ پانی طغیانی کی حالت میں دروں میں سے خارج ہو رہا ہو۔

اس طرح شکل ۶۷ میں نقطہ س کی تراش پر $ع < \frac{ر^2}{ج}$ ۔ جوں جوں پانی کی تراش رکاوٹ کی سمت میں زیادہ ہوتی جاتی ہے ر گھٹتی ہے اور بالآخر س اور د کے درمیان $ع = \frac{ر^2}{ج}$ ہو جاتا ہے اور اُس وقت قائم موج پیدا ہوتی ہے پھری پر گہرائی اس قدر قلیل ہے اور رفتار اتنی زیادہ کہ $ع < \frac{ر^2}{ج}$ ہوسکتا ہے۔ چونکہ یہاں تہ میں عام طور پر ایک بے گھڑے پتھر کی پیش چادر ہوتی ہے اس لیے رفتار جلد جلد گھٹتی ہے اور ایک قائم موج ی اور ف کے درمیان پیدا ہوگی جس وقت $\frac{ر^2}{ج}$ کے برابر ع ہو جائیگا۔

موج کی بلندی بطریقۂ ذیل معلوم کی جاسکتی ہے:—

فرض کرو کہ کمیت س د (شکل ۶۸) وَ وقت کے بعد مقام $س_1 د_1$ پر ہوتی ہے۔ سہولت کے لیے تصور کرلو کہ تراش مستطیلی ہے جس کا عرض ل اور عمق $ع_1$ $ع_2$ ہیں۔ معیار حرکت کا افقی تغیر $\frac{و}{ج} (ق_1 ر_1^2 - ق_2 ر_2^2)$ وَ

$= \frac{و ل}{ج} (ع_۱ ر_۱^۲ - ع_۲ ر_۲^۲)$ دَ ہوگا۔

سس اور دد پر عمل کرنے والے دباؤں کا فرق تصادم ہوگا جو کہ دَ وقت تک عمل پیرا رہے یعنی $و \left(\frac{ع_۲^۲}{۲} - \frac{ع_۱^۲}{۲}\right) ل$ دَ ہوگا۔

اس لیے $ع_۲^۲ - ع_۱^۲ = \frac{۲}{ج} (ع_۱ ر_۱^۲ - ع_۲ ر_۲^۲)$

لیکن $ر_۲ = \frac{ع_۱}{ع_۲} ر_۱$

$\therefore ع_۲^۲ - ع_۱^۲ = \frac{۲}{ج} ر_۱^۲ \times \frac{ع_۱}{ع_۲} (ع_۲ - ع_۱)$

$\therefore ع_۲ + ع_۱ = \frac{۲ ر_۱^۲}{ج} \times \frac{ع_۱}{ع_۲}$

جس سے $ع_۲ = \sqrt{\frac{۲ ر_۱^۲}{ج} ع_۱ + \frac{ع_۱^۲}{۴}} - \frac{ع_۱}{۴}$ . . . . (۶۰)

مثال (۶۴)۔ ایک پُل جو سیلاب کی حالت میں اخراج کر رہا ہے بالائی سمت دریا پر اور زیرین سمت دریا پر علی الترتیب ۱۰ فٹ اور ۶ فٹ کی گہرائیاں رکھتا ہے اور رفتارِ آمد $۸\frac{۱}{۲}$ فٹ فی ثانیہ ہے تو بتاؤ کہ کیا کوئی قائم موج پیدا ہوگی اور اگر ہوگی تو اُس کی بلندی کیا ہوگی۔

یہاں $ر_۱ = ۸٫۵$ ، $ر_۲ = \frac{۱۰}{۶} \times ۸٫۵ = ۱۴٫۲$

$\sqrt{ج و} = \sqrt{۶ \times ۳۲} = ۱۳٫۹$

اس لیے $ر_۲$ $\sqrt{ج و}$ سے کسی قدر بڑا ہے۔ وہ بہرصورت پُل کے نیچے کم ہو جائیگا۔ اور جب اُس کی قیمت ۱۳٫۹ ہو جائیگی تو قائم موج پیدا ہوگی اور اس موج کی بلندی

$ع_۲ = \sqrt{\frac{۲(۸٫۵)^۲ \times \text{[illegible]}}{۳۲} \times ۱۰ + \frac{(۱۰)^۲}{۴}} - \frac{۱۰}{۲} = ۳٫۴$ فٹ

ابتدائی شرط ع < $\frac{ر^{2}}{ج}$ کے معنی یہ ہیں کہ $\frac{مہ ع}{۲}$ < ن ڈ۔ چوڑی اور

اُتھل نہروں میں ن، ع کے قریب قریب ہو جاتا ہے۔ اس لیے اس قسم کی

نہروں کی صورت میں قائم موجوں کے پیدا ہونے کی ابتدائی شرط ڈ > $\frac{مہ}{۴}$ ہوگی۔

مٹی کی نہروں کے لیے مہ = ۰۰۶ء (۱ + $\frac{۲}{ن}$) اس کی کم سے کم قیمت بالآخر

۰۰۶ء ہوگی۔ اس لیے ساکن موجوں کی پیدائش کے امکان کے لیے ڈ کو ہونا چاہیے

> ۰۰۳ء یا میلان تقریباً ۱۶ فٹ فی میل سے کم نہ ہونا چاہیے۔

باب ہفتم کی مثالیں

نوٹ۔ قدریں (بیزاں کی) جو استعمال کی گئی ہیں وہ مندرجۂ جدول ہیں۔

۱۔ اُس نہر کا ڈھال فٹوں میں فی میل دریافت کرو جس کی تہ کی چوڑائی ۴۰ فٹ، طرفی سلامیاں ۲:۱ ہوں اور جس سے ۳۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج ۴ فٹ کی گہرائی پر حاصل ہو۔ اسی نہر کا اخراج ۵ فٹ کی گہرائی پر کیا ہوگا۔ (کلیہ ۱۸۸۲ء) جواب (۱) ۱۰ انچ فی میل (۲) ۴۵۷ مکعب فٹ ثانیہ۔

۲۔ اُس نہر کی رفتار اور اخراج معلوم کرو جس کی گہرائی $۳\frac{۱}{۲}$ فٹ، تہ کی چوڑائی ۳۵ فٹ، طرفی سلامیاں ۱:۱ اور تہ کا ڈھال ۱۸ انچ فی میل ہے۔
جواب (۱) ۲ فٹ فی ثانیہ (۲) ۲۷۰ مکعب فٹ ثانیہ

۳۔ کسی نہر کے ماقوائی اوسط عمق سے کیا مراد ہے؟ ایک نہر کو جو سخت پتھریلی زمین میں سے بنائی گئی ہے ۱۰۰ مکعب فٹ پانی فی ثانیہ ۳ فٹ فی ثانیہ کی اوسط رفتار سے لے جاتا ہے۔ اس کی تراش کو ایک نصف مربع مان کر فٹوں میں ڈھال فی میل معلوم کرو۔ (کلیہ ۱۸۸۳ء) جواب ۲ء۵ فٹ

۴۔ اُس نہر کی تہ کی چوڑائی تقریباً مطلوب ہے جس کی طرفی سلامیاں ۱:۱، ہوں ڈھال ۲ فٹ فی میل ہو اور ۳ فٹ کی گہرائی سے اخراج ۴۰۰ مکعب فٹ

فی ثانیہ کر رہی ہو (کلیہ ۱۸۸۲ء) ۔جواب ۶۰ فٹ۔

۵۔ ۴ فٹ گہری کسی نہر کی تہ کی چوڑائی کیا ہونی چاہیے جب کہ بازووں کے میلان ۱ : ۱/۲ ۱، ڈھال ۳ فٹ فی میل ہو تاکہ اُس سے ۱۹۵ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج حاصل ہو سکے۔ (جامعہ ۱۸۷۷ء) ۔جواب ۱۳ فٹ۔

۶۔ اُس نہر کا اخراج کتنے مکعب فٹ فی دقیقہ ہوگا جس کا ڈھال ۱۶ انچ فی میل، تہ کی چوڑائی ۳۰ فٹ اور طرفی سلامیاں ۱ : ۱ ہوں جب کہ وہ ۶ فٹ گہری بہے۔ اوسط، سطحی اور تہ کی رفتاروں کی کیا قیمت ہوگی؟ (جامعہ ۱۸۸۲ء) ۔جواب (۱) ۲۰۴۵۰ مکعب فٹ، (۲) ۵۷ء۱، ۹۷ء۱، ۲۱ء۱ فٹ ثانیہ۔

۷۔ کسی نئی آبپاشی کی نہر (جس کو پانی کی ایک خاص مقدار لے جانی ہو) کی آڑی تراش اور میلان کی تعیین میں کن خاص واقعات کو پیش نظر رکھنا پڑتا ہے اور کیوں اعظم ترین اخراج کی صورت معمولی زمین میں بنائی ہوئی نہروں کے لیے دوسری صورتوں کے مقابلہ میں زیادہ مقبول اور مستحسن نہیں ہوتی (جامعہ ۱۸۸۲ء)۔

۸۔ ایک مستطیلی اینٹ سے بنے ہوئے آب گذر کا عرض کیا ہونا چاہیے جس کا طول ۲۲۰ گز ہو اور جس کو ۵۶۷۰۰ مکعب گز پانی فی گھنٹہ لے جانا ہو جب کہ پانی کی گہرائی ۵ فٹ ہو اور آب گذر میں ڈھال ۳ انچ ۔جواب ۲۰ فٹ۔

۹۔ ایک نہر تہ پر ۸۰ فٹ چوڑی ہے، اس کی طرفی سلامیاں ۱ : ۱، ڈھال ۱ فٹ فی میل اور اوسط رفتار ۳ فٹ فی ثانیہ ہے۔ تو بتاؤ کہ اس نہر کی گہرائی اور اخراج کیا ہوں گے ۔جواب (۱) ۱۵ء۸ فٹ (۲) ۲۱۵۵ مکعب فٹ فی ثانیہ۔

اس نہر کی ایک شاخ اس اخراج کا تیسرا حصہ لے جاتی ہے، اور بنا بریں صدر نہر کی تہ کی چوڑائی گھٹ کر ۶۰ فٹ ہو جاتی ہے تو صدر نہر کا ڈھال کس قدر رکھنا چاہیے تاکہ ۳ فٹ فی ثانیہ کی رفتار قائم رکھی جاسکے (جامعہ ۱۸۷۴ء) جواب ۵ء۱ فٹ فی میل۔

۱۰- ایک ایسی نہر کا مجوزہ نقشہ تیار کرنا ہے کہ جس سے ۳۵۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج ۲½ فٹ فی ثانیہ کی رفتار کے ساتھ جب کہ طرفی سلامیاں ۱:۱ ہوں حاصل ہو۔ زمین کی سطح ایسی ہے کہ ۳۶۰۰ میں ۱ کا میلان مناسب تصور کیا گیا ہے۔ نہر کی تراش کا نقشہ بناؤ۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۰ء)۔ جواب۔ چوڑائی = ۱۶ فٹ، گہرائی = ۶¼ فٹ۔

۱۱- ایک دریا سے ۲۰۰۰۰ ایکڑ کی آبپاشی کے لئے ایک نہر نکالی گئی ہے۔ دریا کے متعلقہ معلومات سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ ستمبر میں جو کہ آبپاشی کا وہ مہینہ ہے جس میں کہ دریا بسلسلہ بہت کم پانی رہتا ہے، ۱۲ دن تک ذرائع آمد سے پانی کی کافی مقدار حاصل ہوتی ہے۔ ذرائع آمد کے درمیانی وقفوں میں ۱۲ مکعب فٹ فی ثانیہ سے زیادہ مقدار استعمال کے لیے نہیں حاصل کی جاسکتی تو نہر کی استعداد یعنی طاقت اخراج کیا ہونی چاہیے جب کہ ۵۰ ایکڑ کے لیے ۱ مکعب فٹ فی ثانیہ مقرر کیا جائے۔

اگر یہ تصفیہ کیا جائے کہ رفتار ۳ فٹ فی ثانیہ، گہرائی ۲ فٹ اور طرفی سلامیاں ۱:۱ ہونی چاہییں تو تہ کی چوڑائی اور ضروری ڈھال معلوم کرو۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۰ء) جواب، (۱) ۶۴¼ مکعب فٹ ثانیہ (۲)، چوڑائی = ۸¾ فٹ (۳)، ڈھال = ۴۷۰۰ میں ۱۔

۱۲- اس نہر کے ابعاد معلوم کرو جسے ۲ فٹ فی میل کے ڈھال سے ۴۰۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ لے جانا ہو جب کہ طرفی سلامیاں ۱:۱ اور گہرائی اور اوسط عرض میں ۱:۵ کی نسبت ہو۔ (جامعہ سنہ ۱۸۷۹ء) جواب۔ گہرائی = ۴ء۸ فٹ چوڑائی = ۱۱۸ فٹ۔

۱۳- ایک مستطیلی گنڈ پتھر سے تعمیر شدہ نہر کے ذریعہ ۵ء۱ فٹ فی میل کے ڈھال سے ۷۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ کا اخراج حاصل کرنا ہے۔ جب کہ اس کا عرض، گہرائی کا ۱۵ گنا ہو تو آخر الذکر کی قیمت معلوم کرو۔ (جامعہ سنہ ۱۸۸۳ء) جواب ۳½ فٹ۔

۱۴- اعظم ترین اخراج کی متشاکل منحرف نما نہروں میں مافوائی اوسط گہرائی کو پانی کی گہرائی سے کیا تعلق ہوتا ہے۔ اس قسم کی نہروں کے ہندسی خواص کیا ہیں۔ (جامعہ سنہ ۱۸۸۳ء)۔

۱۵۔ اُس نہر کی کم سے کم تراش معلوم کرو جسے ۲ فٹ فی میل کے ڈھال سے ۔۔۔ ۱ مکعب فٹ فی ثانیہ لے جانا ہو۔ طرفی سلامیاں ½۱ : ۱ ہیں (جامعہ ۱۸۷۴ء)۔
جواب۔ گہرائی = ۳ء۱۱ فٹ، عرض = ۸ء۶ فٹ۔

۱۶۔ ایک بہترین صورت کی منحرف نما نہر کی آڑی تراش کو بناؤ جب کہ یہ معلوم ہو کہ گہرائی ۴ فٹ اور طرفی سلامیاں ۲ : ۱ ہیں۔ جواب۔ عرض = ۹ء۱ فٹ۔
اس کے بہاؤ کی رفتار کا اُس نہر کی رفتار سے مقابلہ کرو جس کی گہرائی اور ڈھال اس کے برابر ہوں اور جس کی تہ کی چوڑائی ۳ء۴ فٹ اور طرفی سلامیاں ۱ : ۱ ہوں (جامعہ ۱۸۷۷ء)۔ جواب رفتاریں مساوی ہیں۔

۱۷۔ بہترین تراش کی اعظم ترین اخراج والی ایک نہر کی گہرائی ۸ فٹ اور ڈھال ۲ فٹ فی میل ہے تو اخراج معلوم کرو اور نہر کی تراش بناؤ جب کہ طرفی ڈھال ۱ : ۱ ہوں (جامعہ ۱۸۷۹ء)۔ جواب۔ اخراج = ۳۳۳ مکعب فٹ ثانیہ۔ عرض = ۶ء۶ فٹ۔

۱۸۔ اقل ترین کناروں والی ایک نہر کا اوسط عرض ۴ ا فٹ ۱۱ اور گہرائی ۸ فٹ ہے۔ تو طرفی سلامیاں معلوم کرو۔ جواب۔ ¾ : ۱

۱۹۔ افقی پیمانہ ۱ انچ فی ۔۔۔ ۱ فٹ اور انتصابی پیمانہ ۱ انچ فی ۵ فٹ مقرر کر کے زمین کی مندرجۂ ذیل تراشوں کو بناؤ اور اس پر ایک ایسی نہر کی تہ جس کی گہرائی ۲ فٹ اور تہ کا ڈھال ۱ فٹ فی میل ہو اس طرح بناؤ کہ پانی کی سطح ہر مقام پر بجز نقاط ا اور ب کے جہاں کہ اسے زمین کی سطح کے ساتھ ہموار ہونا چاہیے زمین کی طبعی سطح سے نیچے رہے (کلیہ ۱۸۸۴ء)۔

فٹوں میں فاصلہ	فٹوں میں خطِ ابتدائی کے نیچے گہرائی	کیفیت
۰۰	۱ء۰	نقطہ ا
۱۰۰۰	۱ء۲	
۲۰۰۰	۲ء۶	
۳۰۰۰	۳ء۴	
۴۰۰۰	۴ء۹	
۵۰۰۰	۵ء۲	نقطہ ب

۲۰ - ایک نہر جو نہ پر ۳۰ فٹ عریض ہے جس کے طرفی ڈھال افقاً ۳ اور انتصاباً ۲ اور جس کا ڈھال ۰۰۰۱ ایں ۱ ہے ایک دریا سے پانی کی متغیر مقداریں حاصل کرتی ہے تو ۲ ، ۳ اور ۶ فٹ کی گہرائیوں پر رفتار اور اخراج معلوم کرو (جامعہ ۱۸۶۹ء) جواب (۱) ۸۷ء۰ فٹ فی ثانیہ ، ۵۰ مکعب فٹ فی ثانیہ - (۲) ۲۶ء۱ فٹ فی ثانیہ ، ۱۷۸ مکعب فٹ فی ثانیہ ، (۳) ۶۰ء۱ فٹ فی ثانیہ ، ۳۶۵ مکعب فٹ فی ثانیہ -

۲۱ - اینٹ کی بنی ہوئی ایک بیضوی موری کا اخراج مکعب فٹ فی دقیقہ میں معلوم کرو جب کہ بھری ہوئی ہے جس کا میلان ۰۰۰۱ ایں ۱ ، عرضی قطر ۵ فٹ ، انتصابی قطر $\frac{1}{2}$ ۷ فٹ اور معکوس کمان کا نصف قطر عرضی قطر کا $\frac{1}{8}$ اور بازوؤں کے نصف قطر عرضی قطر کے ۱۱ اور ایک تہائی ہوں (جامعہ ۱۸۸۸ء) جواب - ۶۶۰۰ مکعب فٹ -

دریاؤں میں پانی کا بہاؤ

مضامین

(۹۶)۔ دریا ــــ وہ اصول جو قدرتی نالوں میں پانی کے بہاؤ پر حاوی ہوتے ہیں وہی ہوتے ہیں جو مصنوعی نالوں کے لیے مرتب ہو چکے ہیں۔ اول الذکر کے شمر الطاز یادہ پیچیدہ ہوتے ہیں اس کی وجہ یہ ہے کہ نالے کی تراش میں مستقل تغیر ہونے کے باعث نتیجتہً اس کی رفتار میں بھی مستقل تغیر پیدا ہو جاتا ہے اس کے علاوہ سال کے مختلف موسموں میں بھی اخراج میں تغیرات ہوتے رہتے ہیں۔ پہاڑی علاقوں میں ندیوں کا ڈھال بہت زیادہ ہوتا ہے۔ رفتار بہت زیادہ اور توانائی بالفعل بہت ہوتی ہے۔ اس وجہ سے ان کے مارگ سیدھے ہوتے ہیں اور جن جن نشیبی زمینوں میں سے ندیاں بہتی ہیں اُن کی وجہ سے مارگ

بہت اچھی طرح نمایاں ہوتے ہیں۔ میدانوں میں حالات بالکل الٹ جاتے ہیں۔ اور ایک قلیل سی رکاوٹ بھی دریا کی سمت کو بدل دیتی ہے۔ اور اس سبب سے دریا کا مارگ منحنی ہو جاتا ہے اور طولی ڈھال اور رفتار آئندہ اور بھی کم ہو جاتے ہیں۔ وہ ٹھوس مادہ جو دریا کے مارگ کے بالائی حصوں کی تہ اور کناروں سے کٹ کٹ کر پانی میں معلق ہوتا رہتا ہے جوں جوں رفتار کم ہوتی جاتی ہے تہ میں بیٹھتا جاتا ہے۔ جس کی وجہ سے دریا کے دہانہ کے قریب کی زمین کے لیول میں اضافہ ہوتا جاتا ہے اور موسمی سیلاب اردگرد کی زمین پر تلچھٹ کو پھیلا دیتے ہیں اور کنارا سمندر کی طرف بڑھتا جاتا ہے۔ آخر کار جب کبھی کوئی غیر معمولی سیلاب آتا ہے تو دریا جدید نالے بنا کر سمندر میں داخل ہوتا ہے۔ یہی تمام عمل ان نالوں میں ہوتا رہتا ہے اور ایک عرصہ دراز کے بعد ایک ڈلٹا بہت زرخیز و برآر زمین کا بن جاتا ہے جس پر سے دریا کی شاخیں گذرتی ہیں جن کی تہیں متصلہ سرزمین کے لیول سے بلند ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر دریائے کرشنا کے مارگ کے بالائی حصہ کا ڈھال $4\frac{1}{2}$ فٹ فی میل ہے، اس کے نیچے ۲ فٹ فی میل، اور ڈلٹا میں ۱ فٹ فی میل ہے اور دریا کے مارگ کے آخری حصہ میں زمین کا اتار دریا کے کنارے سے شروع کر کے اس کے سامنے سامنے $\frac{1}{2}$ فٹ فی میل ہے۔

دریا کے کسی حصہ کے سطحی ڈھال کا دارومدار تہ کے ڈھال پر اور رنہ کی چوڑائی کے کسی تغیر پر جو اس حصہ میں واقع ہو سکتا ہے اور اخراج کی حالت پر ہوتا ہے خواہ دریا میں طغیانی ہو یا نہ ہو کیسی ویسے ہوئے اخراج اور تہ کے ڈھال کے لیے دریا کا عمق اس کی چوڑائی کے ساتھ بدلتا ہے اس لیے جب کہ کنارے ایک دوسرے کے قریب ہوتے جاتے ہیں تو پانی اونچا ہونا شروع ہوتا اور ارتفاع کو بڑھا کر اتنی رفتار پیدا کر دیتا ہے جو اخراج کو اس تنگ تراش میں سے لے جانے کے لیے کافی ہوتی ہے۔ پس سطح کا ڈھال جس پر رفتار کا دارومدار ہوتا ہے عام طور پر تہ کے ڈھال کے متوازی نہیں ہوتا۔ دریائے گوداوری کی تہ کا ڈھال ڈلٹا میں ۵.۰ فٹ فی میل کا ہے۔ اور اس کے مقابلہ میں سطح آب کا ڈھال ۰.۷ فٹ فی میل خشک موسم میں اور ۲۵.۰ طغیانی کے زمانہ میں ہوتا ہے۔

دریا کے پانی سے کاشت کرنے کے لیے یہ ضروری ہوتا ہے کہ پانی کو دریا سے رقبہ قابلِ کاشت تک مصنوعی نہروں کے ذریعہ لے جایا جائے۔ معمولی اراضیات پر جہاں دریا کا بہاؤ ایک وادی میں ہوتا ہے یہ طریقہ اس وقت پورا ہو سکتا ہے کہ جب نہر کا مخرج دریا سے ایک ایسے مقام پر رکھا جائے جو کاشت کے رقبہ سے اوپر واقع ہو اور نہر کو زمین پر اس طرح لے جائیں کہ اُس کا ڈھال دریا کے ڈھال کے مقابلہ میں کم ہو تاکہ نہر کے تحت میں تمام وہ رقبہ آجائے جہاں پانی کی ضرورت ہو۔ شمالی ہندوستان میں اس پر ہی عمل ہوتا ہے۔ جنوبی ہندوستان کے بڑے ڈلٹائی اضلاع میں یعنی گوداوری، کرشنا، اور کاویری میں یہ مسئلہ اور سہل ہو جاتا ہے اس لیے کہ نہر کا مخرج ڈلٹا کے مبدا پر رکھا جاتا ہے اور نہر کی شاخوں کو معاون پن بہاؤ کے ساتھ ساتھ لے جایا جاتا ہے تاکہ تمام اردگرد کی اراضیات نہر کے تحت آجائیں اور آبپاشی بخوبی ہو سکے۔

ہندوستان میں آبپاشی کی صدر نہروں کے ذریعہ کشتی رانی کا کام ذیلی طور پر لیا جاتا ہے۔ انگلستان میں نہروں کی تعمیر صرف جہاز رانی کے لیے ہوا کرتی ہے۔

(۹۷) ۔ دریاؤں کا اخراج ــــ دریا سے پانی کی رسد کا کوئی پراجکٹ مرتب کرتے وقت یہ ضروری ہے کہ کم سے کم، معمولی، اور زیادہ سے زیادہ، اخراج کا اندازہ کیا جائے۔ تاکہ چادر، مبدا نوموں، سیلاب کے پشتوں اور دیگر کاموں کے ابعاد مقرر کیے جاسکیں کسی پل کا مجوزہ نقشہ بنانے کے لیے صرف زیادہ سے زیادہ اخراج معلوم کرنا درکار ہوتا ہے۔ اخراج کو معلوم کرنے کے تین بڑے طریقے ہوتے ہیں جو ایک دوسرے کی پڑتال میں کام آتے ہیں۔

(۱) طولی ڈھال اور اوسط آڑی تراش کی پیمائش اور رفتار کے متعلق کٹر یا بیزن کے ضابطہ کا استعمال۔

(۲) براہ راست رفتار کی پیمائش۔

(۳) پن بہاؤ رقبہ کی پیمائش، نزولِ باراں کے مشاہدات، اور دریا تک پہنچنے والی مقدار کا تخمینہ کرنا۔

پلیٹ ۱۱

طریقہ (۱) اور (۲) ہر قسم کے اخراج کے لیے موزوں ہے اور طریقہ (۳) کا بہترین استعمال محض سیلاب کے اخراجوں کی صورت میں ہوتا ہے۔ اگر کوئی چادر دریا پر بنی ہوئی موجود ہے تو آیندہ اس کے اخراج کو حل کرکے ایک اور پڑتال حاصل کی جاسکتی ہے۔

(۹۸)۔ اخراج کو رفتار کے حساب سے معلوم کرنا — ندی کا ایک سیدھا حصہ جس کی عرضی تراش باقاعدہ ہو اور جس کی لمبائی $\frac{1}{2}$ سے $\frac{3}{4}$ میل ہو لے لیا جاتا ہے۔ چار آڑی تراشیں جو ایک دوسری سے برابر فاصلہ پر ہوں لے کر ان کو طول میں لیول کرکے ملا دیا جاتا ہے۔ تراشوں پر پانی کے لیولوں کے درمیانی فرق سے دریا کے پانی کی سطح میں اتار معلوم ہو جاتا ہے جس سے اس وقت کے اخراج کا اندازہ کیا جاسکتا ہے۔ اعظم سیلاب کے اخراجوں کے لیے کناروں کے جو سیلابی نشان ہوں ان پر اور گاؤں والوں کی شہادت پر بھروسہ کرنا چاہیے۔ ان ہی معلوم کردہ سیلابی نشانوں تک آڑی تراش کی پیمائش اور سطحی ڈھال کا لیول کرنا چاہیے۔ اس کے بعد ہر آڑی تراش کا ماقوائی اوسط عمق (م، ا ع) کا حساب لگایا جاتا ہے اور کٹر یا بیزن کے ضابطے کے استعمال سے موزوں قدر نکالی جاتی ہے۔ رفتاریں جو آڑی تراشوں سے اخذ کی جاتی ہیں ان کا مقابلہ کرتے ہیں۔ اور اگر حاصل ضرب ق x ہر ایک تراش کے لیے تقریباً ایک ہی ہو تو سمجھنا چاہیے کہ حساب قابل اطمینان ہے۔

کٹر (Kutter) کے ضابطہ میں (دفعہ ۸۳) ن کی قیمت جو استعمال کی جاتی ہے اس کا شمار اس طرح کرنا چاہیے:۔

دریائے اوہایو Ohio پائنٹ پلیزنٹ[1] .... ۰.۲۱ تک

دریائے سین (Seine) پیرس میں .... ۰.۲۵ تک

دریائے مسیسپی (Mississippi) ..... ۰.۲۷ تک

دریائے رین (Rhine) بیزل (Basle) میں .... ۰.۳۰ تک

(۹۹)۔ آڑی تراشیں — آڑی تراشیں اس طریقے سے لی جاتی ہیں:۔

[1] Point pleasant

پلیٹ ۱۳

ایک تار جس میں لٹکن برابر فاصلہ پر لٹکے ہوئے ہوتے ہیں دریا پر اس طرح آڑا تان دیا جاتا ہے کہ وہ دریا کے محور سے زاویہ قائمہ بنائے ہے۔ اور ہر لٹکن پر پانی کا عمق ایک لکڑی کے ڈنڈے سے ناپا جاتا ہے جس کے نچلے سرے پر ایک قرص لگا دیا جاتا ہے تاکہ وہ تہ میں نہ گھس سکے۔ اگر دریا بہت چوڑا ہو یا بہت تیز بہ رہا ہو اور اس وجہ سے یہ ترکیب آسانی سے کام نہ دے سکے تو شکل ۶۹ کے موافق ج، د، ع گز کھڑے کر دیے جاتے ہیں یہاں زاویہ د ج ع قائمہ رکھا جاتا ہے۔ اب ایک کشتی کو پانی کی بالائی سمت سے آڑی تراش کی طرف چھوڑا جاتا ہے۔ جس وقت کشتی ج د پر پہنچتی ہے تو ایک معمولی "سیسے والی ڈوری" سے تہ کا عمق ناپ لیا جاتا ہے اور یہ پہلے ہی سے تہ سے کچھ فاصلہ اوپر لٹکتی ہوئی رہتی ہے۔ ساتھ ہی ساتھ کشتی کے مقام ف کا تعین زاویئی پیمائش سے کیا جاتا ہے۔ یہ پیمائش یا تو کشتی میں سے جیبی مسدس سے کی جاتی ہے یا زاویہ گیر کی مدد سے مقام ع سے کی جاتی ہے۔ اس طرح جب تہ کا عمق کافی تعداد میں دریافت کر لیا جاتا ہے تو آڑی تراش کا نقشہ بنا لیا جاتا ہے اور اس کی مدد سے رقبہ اور گھیر کا تعین ہو سکتا ہے۔

(۱۰۰)۔ رفتار کی پیمائش

اخراج کو معلوم کرنے کے دوسرے طریقہ میں آڑی تراشوں کو لینے کا طریقہ اور طولی ڈھال کے لیے لیول کرنے کے ابتدائی کام پہلے ہی طریقہ کے مانند ہوتے ہیں، سوائے اس کے کہ تراشیں ایک دوسری کے زیادہ قریب ہوتی ہیں۔ اگر ندی چھوٹی ہو تو صرف اتنا کافی ہو گا کہ دو خط ۵۰ فٹ کے فاصلے پر لے لیے جائیں اور اس وقفۂ وقت کے متعدد مشاہدات کیے جائیں جو ان دونوں خطوط کے درمیانی فصل کو کوئی تر نڈا ندی کے محور پر طے کرنے میں صرف کرتا ہے۔ ان مشاہدات کی اوسط لینے سے اعظم سطحی رفتار ر دستیاب ہوتی ہے اور پھر اوسط رفتار ر رشتہ

بیزن سے (دفعہ ۹۲) معلوم ہو سکتی ہے۔ $ر = \frac{س}{س + ۲۵}$ رس، جہاں س

پلیٹ ۳

وہ قدر جو نہر کے م ۱/۲ ع کے لئے موزوں ہو۔ آڑی تراشوں کو کم سے کم تین کی تعداد میں ہونا چاہیے جن میں سے ایک ایک ڈوڑ کے دونوں سروں پر اور ایک بیچ میں۔

اگر ندی بڑی ہو تو "رفتاری ڈنڈوں" کو استعمال کرنا چاہیے۔ دو تار جن میں لٹکن مناسب وقفوں پر لٹکے ہوئے ہوں ۵۰ فٹ[1] ڈوڑ کے دونوں سروں پر انھیں تان دیا جاتا ہے۔ ایک کھوکھلا ڈنڈا جس کی لمبائی اتنی ہو کہ وہ سطح سے لے کر قریب قریب تہ تک پہنچ سکے بالائی تراش کے کسی لٹکن کے اوپر سے چھوڑا جاتا ہے۔ اور وہ وقت جو نچلی تراش کے متناظر لٹکن تک پہنچنے میں لگتا ہے ایک چلر کنی گھڑی کے ذریعہ معلوم کیا جاتا ہے۔ اگر ڈنڈا نچلی تراش کے مناسب لٹکن کے قریب سے نہ گذرے تو مشاہدہ کو رد کر دینا چاہیے۔ تجربہ سے یہ بات واضح ہو چکی ہے کہ ایسے ایک ڈنڈے سے تقریباً وہ اوسط رفتار معلوم ہو جاتی ہے جو اس انتصابی سیالی سطح میں ہوتی ہے جس میں ڈنڈا پانی میں بہ رہا ہو۔ ڈنڈے مختلف لمبائیوں کے بنائے جاتے ہیں تاکہ پانی کے مختلف عمقوں کے لیے موزوں ہوں اور پانی میں کسی لٹکن پر ڈنڈا چھوڑنے کے لیے مناسب لمبائی تہ کی اس پیمائش کی رو سے لی جاتی ہے جو نالے کی آڑی تراش کے لیے شروع میں کی جاتی ہے۔ ڈنڈے (شکل ۴۶) استوانہ نما ہوتے ہیں، ان کا قطر ایک انچ ہوتا ہے، اور ٹین کی چادر سے بنائے جاتے ہیں، ان کے نچلے حصہ کو لوہے سے وزنی کر دیا جاتا ہے اور چھترے بھر کر ان کو اس طرح ترتیب دے دیتے ہیں کہ وہ پانی سے دو انچ باہر تیرتے رہیں۔ اس کے اوپر کے حصہ کو بند کر دیتے ہیں اور روئی کے گچھے لگا کر نشانیاں بنا دیتے ہیں۔ جب مشاہدے ختم ہو جائیں تو اخراج بہ آسانی حسب ذیل طریقہ سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔[2]

فرض کرو کہ ندی کی چوڑائی کو موزوں قطعوں ج د، د ع، ع ف،

---

[1] اگر کوئی عمدہ وقت پیما موجود نہ ہو تو ڈوڑ ۱۰۰ فٹ ہونی چاہیے۔

[2] موررڑ کی ماقوائی تجربات رڑکنگھم۔ رڑکی ۱۸۸۱ء۔

پلیٹ ۱۲

وغیرہ، (شکل ۱۲) میں سا جن کی لمبائیاں ل۱، ل۲، وغیرہ، ہوں منقسم کر دیا گیا ہے۔ نکتے ۱، ۲، ۳، ۴، وغیرہ ان قطعوں کے وسطی نقاط کو اور رفتاری ڈنڈوں کے گذروں کو ظاہر کرتے ہیں۔ ہر ڈنڈے کے گذر کا اوسط عمق ع ته پیمائی کے ذریعے سے ہوتا ہے اور ڈنڈے کی رفتار ر مشاہدہ سے معلوم کی جاتی ہے
ہر ایک قطعہ کا اخراج (ل ع) ر ہے اور کُل اخراج

$$خ = \Sigma (ل ع ر) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (۶۱)$$

اوسط رفتار = خ ÷ ق جہاں ق = Σ (ل ع)۔

مثال (۶۵)۔ ذیل کی جدول کی پہلی تین سطروں میں جو معطیات دیے گئے ہیں اُن سے دریا کا اخراج معلوم کرو:۔

—	فٹ	فٹ	فٹ	فٹ	فٹ	فٹ	فٹ
قطعوں کی لمبائی	ل۱ = ۱۶٫۵	ل۲ = ۲۰٫۰	ل۳ = ۲۵٫۰	ل۴ = ۳۲٫۰	ل۵ = ۳۰٫۰	ل۶ = ۲۶٫۸	ل۷ = ۱۸٫۳
اوسط عمق آب	ع۱ = ۴٫۸	ع۲ = ۹٫۷	ع۳ = ۱۲٫۴	ع۴ = ۱۵٫۷	ع۵ = ۱۲٫۰	ع۶ = ۹٫۷	ع۷ = ۴٫۸
اوسط رفتاریں	ر۱ = ۲٫۲۵	ر۲ = ۳٫۸۰	ر۳ = ۴٫۶۲	ر۴ = ۵٫۰	ر۵ = ۴٫۶۵	ر۶ = ۳٫۷۵	ر۷ = ۲٫۰۰
اخراج	مکعب فٹ خ۱ = ۱۷۸٫۲	مکعب فٹ خ۲ = ۷۳۷٫۲	مکعب فٹ خ۳ = ۱۴۳۲٫۲	مکعب فٹ خ۴ = ۲۵۱۲٫۰	مکعب فٹ خ۵ = ۱۶۷۴٫۰	مکعب فٹ خ۶ = ۹۷۴٫۹	مکعب فٹ خ۷ = ۱۷۵٫۷

∴ کُل اخراج خ = ۷۶۸۴، مکعب فٹ فی ثانیہ

اس سے زیادہ صحت اس طرح حاصل ہو سکتی ہے کہ نکتوں کو ندی کی سالم چوڑائی میں مساوی فاصلوں پر رکھا جائے اور بجائے منحرف نما ضابطہ کے متکافی (Paraboli) ضابطہ (سمپسن والا) یا ششش درجی ضابطہ (ویڈل والا) استعمال کیا جائے۔ سمپسن کے قاعدہ میں یہ ضروری ہے کہ

پلیٹ ۳

تکنوں کے وقفوں کو ۲ کا ضعف ہونا چاہیے ویڈل کے قاعدہ میں اس کو ۶ کا ضعف ہونا چاہیے ویڈل کے قاعدہ سے بہترین نتائج حاصل ہوتے ہیں۔ فرض کرو کہ ہر وقفہ کی لمبائی (شکل ۶۲) ک ہے۔ تب کناروں کی رفتار کو صفر رکھ کر

قاعدۂ سمپسن سے

$$\text{خ} = \frac{\text{ک}}{3}\left(0 + 4\,\text{ع}_1\text{ر}_1 + 2\,\text{ع}_2\text{ر}_2 + 4\,\text{ع}_3\text{ر}_3 + 2\,\text{ع}_4\text{ر}_4 + 4\,\text{ع}_5\text{ر}_5 + 0\right)$$

$$= \frac{2\text{ک}}{3}\left\{\text{ع}_2\text{ر}_2 + \text{ع}_4\text{ر}_4 + 2\left(\text{ع}_1\text{ر}_1 + \text{ع}_3\text{ر}_3 + \text{ع}_5\text{ر}_5\right)\right\} \quad \cdots\cdots (62)$$

قاعدۂ ویڈل سے

$$\text{خ} = \frac{3\text{ک}}{10}\left(0 + 5\,\text{ع}_1\text{ر}_1 + \text{ع}_2\text{ر}_2 + 5\,\text{ع}_3\text{ر}_3 + \text{ع}_4\text{ر}_4 + 5\,\text{ع}_5\text{ر}_5 + 0\right)$$

$$= \frac{3\text{ک}}{10}\left\{\text{ع}_2\text{ر}_2 + \text{ع}_4\text{ر}_4 + 5\left(\text{ع}_1\text{ر}_1 + \text{ع}_3\text{ر}_3 + \text{ع}_5\text{ر}_5\right)\right\} \quad \cdots (63)$$

اگر طرفی سلامیوں کے پیروں کے درمیان آڑی تراش تقریباً یکساں عمق کی ہو تو اس میں ہم کو فائدہ رہیگا کہ اس وسطی حصہ کو چھ وقفوں میں اور ان کے بغلی حصوں میں سے ہر ایک کو دو دو وقفوں میں منقسم کردیں۔ وسطی حصہ کا اخراج ویڈل کے قاعدے سے نکالا جا سکتا ہے اور بغلی حصوں کا سمپسن کے قاعدے سے۔

(۱۰۱)۔ **دیگر رفتار پیما** — کسی نقطہ پر رفتار کو معلوم کرنے کے لئے کئی آلات ایجاد کیے گئے ہیں لیکن یہ معمولی دریا پیمائی کے لئے ناکافی ہیں۔ ان میں سے جو سب سے زیادہ مشہور ہیں وہ یہ ہیں:—

(۱) **پیچدار رو پیما** — اس کی ساخت میں ایک چھوٹا پیچ ہوتا ہے جو دخانی جہاز کے داسر کی وضع کا ہوتا ہے، اس کو پانی کی رو چلاتی ہے اور ایک شمار زنندہ پر یہ اپنے چکروں کی تعداد درج کرتا جاتا ہے۔ پیچ کا سر رو کی مخالف سمت میں اس کے عقب میں ایک بڑا پرہ لگا کر رکھا جاتا ہے۔ آلہ کو ایک ڈنڈے کے ذریعہ محل مطلوبہ تک نیچے کرتے ہیں۔ اور حسب خواہش اس کو روک سکتے ہیں یا چلا سکتے ہیں۔ اس کے متعلق جو اعتراض ہے وہ یہی ہے کہ چکروں اور رو کی رفتار کے رشتہ کا تعین پہلے سے کرنا پڑتا ہے اور یہ تعلق اس طرح معلوم ہو سکتا ہے کہ آلہ کو معلوم رفتاروں کے ساتھ ساکن پانی کے اندر کھینچا جائے اور اگر آلے کے متحرک حصے جکڑ جائیں تو مذکورۂ بالا رشتہ میں ضروری بات ہے کہ تغیر واقع ہو جائے۔

پلیٹ ۱۳

(۲) پیٹو Pitot نلی — یہ ایک درجہ وار شیشے کی نلی ہوتی ہے جو ایک سرے کے قریب زاویۂ قائمہ پر مڑی ہوئی ہوتی ہے اور اس کا چھوٹا بازو مخروطی شکل کا ہوتا ہے تاکہ رَو کے سامنے ایک چھوٹا سا منفذ رہے۔ نلی کے اندر اور باہر کے پانی کے لیولوں کا فرق رفتار کی پیمایش کرتا ہے۔ پانی کی کسی رَو میں عمق $ا$ پر مجموعی ارتفاع $\left(ا + \frac{ر^{2}}{2ج}\right)$ ہوتا ہے۔ اگر نلی میں رفتار کچھ نہ ہو تو ارتفاع $(ا + ا_{1})$ ہوگا جہاں $ا_{1}$ پانی کی سطحوں کا فرق ہے۔ پس $ا_{1} = \frac{ر^{2}}{2ج}$ اس آلہ کو ڈارچی Darcy نے رفتار کے تجربوں میں استعمال کیا تھا۔ اس پر اعتراض یہ ہے کہ رفتار ایک نقطہ پر لحظہ بہ لحظہ بدلتی رہتی ہے اور چونکہ نلی کو بند کرکے پڑھنے کے لیے نکالنا ہوتا ہے اُس میں اس بات کا یقین نہیں ہوتا کہ اوسط منفردہ لیا گیا ہے۔ اس کے علاوہ یہ بات ہے کہ سست رفتاروں کے لیے یہ کام میں نہیں آسکتا۔

(۳) ہیرو ڈل کا مائی قوت پیما — یہ ایک مروڑی ترازو ہے۔ ایک پرہ رَو کے زاویہ قائمہ پر رکھا جاتا ہے جس کی حرکت ایک انتصابی تار کو مروڑتی ہے۔ زاویۂ مروڑ پانی کے اوپر والی ایک قوس پر پڑھ لیا جاتا ہے۔ رفتار کے تغیر کے ساتھ نمایندہ اہتزاز کرتا ہے اور اوسط زاویہ بہ آسانی دیکھا جاسکتا ہے۔ زاویہ اور رَو کی رفتار کے درمیان تعلق حل کرکے معلوم کیا جاسکتا ہے۔

(۱۰۴) سیلاب کا اعظم ترین اخراج

— اعظم ترین اخراج کی دریافت کے لیے آڑی تراشوں کو طغیانی کے بلند ترین نشانوں تک لے جاکر ان کے رقبے اور ماقوائی اوسط عمقوں کا تخمینہ کیا جاتا ہے۔

$$تب\ \frac{خ_{1}}{خ} = \frac{س\ ف_{1}\ \overline{ر_{1}\ ن}}{س\ ف\ \overline{ر\ ن}} \quad \text{.............. (۶۴)}$$

یہاں خ وہ اخراج ہے جو پیمایش شدہ رفتار سے دریافت کیا گیا ہو۔ اور $خ_{1}$ مطلوبہ اعظم اخراج ہے۔ یہ بہر صورت یاد رکھنا چاہیے کہ اعظم ترین سیلاب کے دَوران میں تہ کی سطح کٹ جانے کے باعث پست ہوجاتی ہے۔

---

[۱] پیٹو (Pitot) نے ایک زنگولی مہنال، جیسی کہ شکل ۳۶ میں دکھائی گئی ہے، استعمال کی تھی۔ اس نے تجربہ سے معلوم کیا کہ $ا_{1} = ۱٫۵ \frac{ر^{2}}{2ج}$ تھی۔

(۱۰۳) فراہمی مجروں سے طغیانی کا اخراج ــــ کسی دریا یا

تالاب کے فراہمی مجرئے سے وہ کل رقبہ مراد ہوتا ہے جس کا نزول باراں اُسی دریا یا تالاب میں بہنے کی طرف مائل ہو۔ یہ رقبہ ہم ارتفاعی نقشہ کے ذریعہ بہ آسانی معلوم کیا جا سکتا ہے کیونکہ اس کی حد پر ایسا پن ڈھال ہوتا ہے کہ جس کے اندرونی کا بہاؤ مجری زیر بحث میں جاتا ہے اور بیرونی کا بہاؤ دوسرے مجروں کی طرف۔ جن مجروں سے ہمیں واسطہ پڑتا ہے ان کا رقبہ ۱۱۵۰۰۰ مربع میل مثلاً گوداوری کے مجرے سے لے کر ایک مربع میل کی ایک کسر تک ہو سکتا ہے جو چھوٹے تالابوں کا ہوتا ہے۔ بارش کا کچھ حصہ انتہائی اخراج کے مقام تک نہیں پہنچتا کیونکہ وہ زمین میں جذب ہو جاتا ہے یا بخارات بن کر اُڑ جاتا ہے۔ مقدار ضائع شدہ کا انحصار زیادہ تر زمین کی نوعیت، ملک کے ڈھال، اور مجرے کی شکل پر ہوتا ہے۔ مثلاً نزول باراں کی اعظم ترین مقدار ۲۴ گھنٹے میں اُس رجسٹر سے معلوم کرنی چاہیے جو ایسے قریب ترین مقام پر رکھا جائے جہاں ایک باراں پیما لگا ہوا ہو۔ مجرئے کے اخراج کی شرح بہر صورت اُس مقدار کے راست طور پر تابع نہ ہوگی کیونکہ

(۱) زور دار بارش بہت ہی مقامی ہوتی ہے۔ یعنی کسی مقام پر ایک خاص طوفانی بارش کا اندراج صرف ایک محدود رقبہ کے لئے درست ہوتا ہے۔ غالباً اس مقام کے چوطرف تقریباً ۵ مربع میل کے رقبہ کے لیے درست ہو سکتا ہے۔ اسی قدر زور دار بارش مجرئے کے دوسرے مقامات پر ہو سکتی ہے لیکن اسی وقت میں نہیں۔

(۲) جیسے جیسے مجرئے کا رقبہ بڑھتا جاتا ہے یہ زیادہ ممکن ہے کہ اخراج کے مقام کے قریب کی زمین کا بہاؤ اُس وقت سے قبل موقوف ہو چکا ہو جس وقت کہ دور دراز کے مقامات کا بہاؤ پہنچتا ہے۔

اس قسم کی تناسب کمی کا حساب کرنے کے لیے جو بڑے رقبوں کی صورت میں رُونما ہوتی ہے متعدد امتحانی ضابطے تجویز کیے گئے ہیں۔ جو ضابطے خاص طور پر جنوبی ہند میں استعمال کیے جاتے ہیں وہ حسب ذیل ہیں :-

رائیوز (Ryves) کا ضابطہ $خ = س\, م^{\frac{2}{3}}$ .... (۶۵)

ڈکنز (Dicknis) کا ضابطہ $خ = س_1\, م^{\frac{3}{4}}$ ...... (۶۶)

جہاں م سے مراد مربع میلوں میں مجرے کا رقبہ ہے اور س اور س۱ مقامی قدریں ہیں جن کا انحصار اُس علاقے کی بارش زمین اور ڈھال پر ہوتا ہے۔

قدروں کی قیمتیں خاص خاص اضلاع کے لیے معلومہ مجروں سے سیلاب کے اعظم ترین اخراج ناپ کر اخذ کی جاسکتی ہیں۔ مثلاً اگر ۸ مربع میلوں کو سیراب کرنے والی ندی کا اعظم ترین سیلاب کا اخراج ۹۵۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہو تو اس سے س = ۱۵۰۰ اور س۱ = ۳۵۵ نکلتا ہے۔

تالابوں کے گروہ میں سے جو ایک ہی بہاؤ رقبہ میں واقع ہو ایک تالاب کا سیلابی اخراج معلوم کرنے کے لیے مدراس کے محکمۂ آبپاشی میں حسب ذیل طریق کار اختیار کیا جاتا ہے :- اگر تالاب زیر بحث کا رسدرسال رقبہ م اور اُس کے اوپر کے تالابوں کا رسدی رقبہ م۱ ہو تو $خ = س\, م^{\frac{2}{3}}\ \frac{س}{۵}\, م_1^{\frac{2}{3}}$

رائوز (Ryves) کے ضابطہ میں س کی قیمتیں عام طور پر حسب ذیل ہوتی ہیں :-

میدانی علاقوں میں ساحل کے قریب .... س = ۴۵۰

ان اضلاع میں جو ۲۰ سے ۵۰ یا ۱۰۰ میل ساحل سے دور ہوں ... س = ۵۵۰

پہاڑیوں کے قریب محدود رقبوں میں .... س = ۶۷۵

کسی خاص صورت میں جب کہ اعظم سیلاب کا اخراج دریافت کرنا ہو تو یہی بہتر ہوگا کہ بارانی رجسٹروں کی طرف رجوع کیا جائے۔ فرض کرو کہ ۲۴ گھنٹے میں زیادہ سے زیادہ بارش ع انچ ہوئی۔ ۵ مربع میل کے معیاری رقبہ کا محصلہ حجم $\frac{ع}{12} \times (5280)^2 \times 5$ ہوگا۔ اس میں زیادہ سلامتی ہے اگر اس کو پورا کا پورا مقام اخراج تک پہنچا ہوا لے لو، تب معیاری رقبہ سے مکعب فٹ فی ثانیہ میں اخراج ہوگا۔

$$خ = \frac{ع}{12} \times \frac{(5280)^2 \times 5}{60 \times 60 \times 24} = 135\,ع \text{ تقریباً}$$

$$لیکن\ خ = س(۵)^{\frac{۲}{۳}} = س_۱(۵)$$

$$\therefore س = \frac{۱۳۵ ع}{\frac{۲}{۳۵}} = ۴۶ ع \ldots\ldots\ldots (۶۷)$$

$$\therefore س_۱ = \frac{۱۳۵ ع}{\frac{۳}{۴۵}} = ۴۰ ع \ldots\ldots\ldots (۶۸)$$

اگر ۲۴ گھنٹے سے کم وقفوں کے لیے زیادہ سے زیادہ بارش کا اندراج کیا گیا ہو تو اُس سے اخراج کی بڑھی ہوئی شرح حاصل ہو گی۔ چھوٹے فراہمی مجروں کی صورت میں یہ موزوں ہو گا کہ ۱۲ یا ۶ گھنٹے کے مشاہدات پر حسابات نکالے جائیں۔

مثال (۶۶) ایک دریا کا فراہمی مجریٰ اُس کے گذر میں ایک دیے ہوئے مقام کے اوپر ۱۵۰ مربع میل ہے۔ اُس کے قریب کی موسمی رصدگاہ میں بارش کا جو اعظم اندراج کیا گیا ہے وہ ۲۴ گھنٹوں میں ۱۱ انچ ہے تو دیے ہوئے مقام پر دریا کے اعظم ترین سیلاب کے اخراج کا تخمینہ کرو۔

$$س = ۴۶ \times ۱۱ = ۵۰۶$$

$$خ = ۵۰۶(۱۵۰)^{\frac{۲}{۳}} = ۱۴۲۸۵$$

اگر ڈیکنز (Dicknis) کا ضابطہ استعمال کیا گیا ہو تو حاصل شدہ اخراج ۱۸۸۴۰ ہوتا۔

یہ بات دیکھنے میں آئیگی کہ یہ امتحانی ضابطے بہت ہی ناقص ہیں اور ان سے حاصل کیے ہوئے نتائج پر کامل اعتماد نہ کرنا چاہیے۔ اقل ترین اخراجوں کے لیے بارانی مشاہدات بسہولت نہیں استعمال کیے جا سکتے کیونکہ خشک موسم میں دریاؤں کا پانی زیادہ تر تہ کے چشموں سے حاصل ہوتا ہے۔

اس بات کی کوشش کی گئی ہے کہ مجرے کی شکل کو ملحوظ رکھا جائے برگ (Burge) نے تجویز کیا ہے کہ $خ = س_۱ \frac{م}{\sqrt[۳]{ل^۲}}$۔ جہاں ل سے مراد فراہمی رقبہ کا انتہائی طول میلوں میں ہے اور س قدر ہے جس کی قیمت مدراس کے لیے ۱۳۰۰ لی جا سکتی ہے۔ کریگ (craig) کل مجرے کو مثلثوں کے ایک ایسے سلسلے میں منقسم کرتا ہے کہ جن میں سے ہر ایک کا ایک زاویہ مقام اخراج پر واقع ہو اور ایک ضلع مجرے کے گھیرے پر ضلع کے طول کو ۲ ب میل مان کر اور اس ضلع کے وسطی نقطہ سے اخراج کے مقام تک فاصلہ ل میل تصور کر کے وہ مقام اخراج پر دریا کی آزاد سیلابی تراش کے رقبہ کے لیے جو مربع

قطعوں میں ہوگا حاصل کرتا ہے۔ ف = ۱۸۴ ج (ب لوک $\frac{ل^{۲}}{ب}$) ۔ اس جملہ سے اچھے نتائج حاصل ہوتے ہیں۔ باوجودیکہ یہ اصول کے لحاظ سے غیر صحیح طور پر اخذ کیا گیا ہے۔

مثال (۶۷) چکلی براڑ کے قریب ایک پُل کے اوپر کے فراہمی مجرٰے کو تین شلثوں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے جن کے ابعاد میلوں میں حسب ذیل ہیں:-

ل	ب
۱٫۸۴	۰٫۶۱
۲٫۶۰	۰٫۶۸
۱٫۶۶	۰٫۳۴

جس سے مجرٰے کا رقبہ ۳٫۵ مربع میل تقریباً ہوگا۔

سیلابی تراش کا رقبہ = ۱۸۴ {۰٫۶۱ لوک $\frac{۸ (۱٫۸۴)^{۲}}{۰٫۶۱}$ + ۰٫۶۸ لوک $\frac{۸ (۲٫۶۰)^{۲}}{۰٫۶۸}$ + ۰٫۳۴ لوک $\frac{۸ (۱٫۶۶)^{۲}}{۰٫۳۴}$}

= ۱۸۴ {(۰٫۶۱ × ۱٫۶۵۷) + (۰٫۶۸ × ۱٫۹۰۰) + (۰٫۳۴ × ۱٫۸۱۲)} = ۵۳۷ مربع فٹ

حقیقی آڑی تراش پُل پر بلند ترین سیلاب کی صورت میں ۵۵۷ مربع فٹ تھی۔

(۱۰۴)۔ دریا کے خم ـــــ دریا برآر میدانوں میں جو دریا بہتے ہیں اُن کے خم برابر نمایاں طور پر بڑھتے رہتے ہیں خم کا بیرونی کنارہ کٹ جاتا ہے اور اندرونی کنارہ پر اٹ (Silt) جمع ہو جاتی ہے۔ اس عمل سے دریا کے طول میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ اور اُس کا ڈھال فی میل گھٹ جاتا ہے۔ اور اسی وجہ سے اُس کی رفتار بھی کم ہو جاتی ہے۔ بالآخر کسی دریا کے خم ایک دوسرے کے اس قدر قریب آ جاتے ہیں کہ وہ آپس میں کٹ کر مل جاتے ہیں۔

بیرونی کنارے کا کٹاؤ اس مرکز گریزی قوت کے باعث ہوتا ہے جو پانی کے خم میں سے گزرتے وقت پیدا ہوتی ہے۔ کسی نیم قطری آڑی تراش پر سطحی پانی کی اندرونی طرف سے بیرونی طرف بہتا ہے۔ اور تہ کے قریب کا پانی مخالف سمت میں بہ کر اس کی جگہ لیتا ہے اور اس طرح اندرونی کنارہ پر اٹ جمتی ہے۔

(۱۰۵)۔ دریاؤں کا نظم ـــــ دریا کو بحالت نظم یا قیام

کہا جاتا ہے جب کہ اُس کی شکل میں سال بہ سال بہت ہی کم تغیر ہو۔ چونکہ سال کے مختلف موسموں میں اخراج میں تغیرات رونما ہوتے رہتے ہیں۔ جن کے باعث کٹاؤ اور آٹ کا جمنا وقوع پذیر ہوتا ہے۔ اس لئے مستقل قیام پذیری کی حالت کا پیدا ہونا بہت دشوار ہے اور ہندوستان کے دریاؤں میں خاص طور پر ایسا ہی ہوتا ہے۔ کیونکہ دریاؤں کی تہیں بالعموم ریتیلی ہوتی ہیں۔ اور دریاؤں میں زبردست طغیانیاں ہوتی رہتی ہیں۔ اس طور پر دریا کی تسجیل کے لیے بہت گنجائش رہتی ہے جو کناروں کے تحفظ، طغیانیوں کی روک، اور رکاوٹوں کے دُور کرنے پر مشتمل ہوتی ہے۔ اس مضمون پر آبپاشی کے کاموں کی متعلقہ کتاب میں بحث کی گئی ہے۔

باب ہشتم کی مثالیں

(۱) اُن خاص حالات کا مختصراً بیان کرو جو ڈلٹائی نہروں کو جیسے کہ گوداوری ہے آبپاشی کے کاموں کے لیے موزوں ثابت کرتے ہیں۔ ایسی صورتوں میں کتوے کی بلندی اور مقام کی تعیین کے لیے کیا شرائط ضروری ہیں۔

(۲) کسی دریا کے فراہمی مجریٰ کی اصطلاح کو تم کیا سمجھتے ہو؟ اسے کیسے دریافت کیا جاتا ہے؟ اختصار کے ساتھ کسی دریا کی طغیانی کا اخراج معلوم کرنے کے دو آزاد طریقے تحریر کرو (کلیہ ۱۹۳۸ء)۔

(۳) جس طریقہ پر ڈلٹا بنتا چلا جاتا ہے اُس کی وضاحت کرو اور کسی دریا کی دو صدر شاخوں اور متعدد درمیانی چھوٹی شاخوں سے بننے والے ایک ڈلٹا کی خیالی تراش ساحلی خط کے متوازی بناؤ۔

اس سے ثابت کرو کہ کسی ڈلٹا میں کے قدرتی نالے مصنوعی نہروں کے مقابلے میں آبپاشی کے کاموں کے لئے عام طور پر زیادہ موزوں ہوتے ہیں (جامعہ ۱۹۴۷ء)۔

(۴) کسی پُل کے لیے آبی راہ کیسے دریافت کرو گے۔

پلیٹ ۱۲

(الف) جب ندی خشک ہو۔

(ب) جب کہ ندی طغیانی کی حالت میں ہو اور ۱۰۰ گز سے زیادہ چوڑی ہو (کلیہ ۱۸۸۴ء)

(۵) اگر کسی دریا کا ماقوائی اوسط عمق ۶٫۲۲ فٹ ہو اور ڈھال فی میل ۶٫۳۶ فٹ تو دریا کی اوسط رفتار کتنے میل فی گھنٹہ ہوگی (جامعہ ۱۸۷۶ء) جواب ۵٫۲ میل فی گھنٹہ۔

(۶) دریا کے بہاؤ کی رفتار بحالتِ سیلاب مشاہدات کے ذریعہ سے کس طرح معلوم کی جا سکتی ہے اور تقریبی طور پر طغیانی کے موقوف ہو جانے کے بعد کے حاصل شدہ معطیات سے اسے کس طرح حل کیا جا سکتا ہے (جامعہ ۱۸۷۵ء)

(۷) ایک دریا ۲۷۰ فٹ چوڑا اور ۱۰ فٹ گہرا ہے اور جس کے کنارے تمام عملی ضروریات کے لیے انتصابی ہیں اور جس کا ڈھال ۲ فٹ فی میل ہے بتاؤ کہ کوتے کی بلندی کس قدر ہونی چاہیے کہ پانی ۳ فٹ اونچا ہو جائے (جامعہ ۱۸۸۰ء) جواب ۔ ۱٫۱ فٹ۔

(۸) ایک نالے میں جس کی چوڑائی تہ پر ۲۰ فٹ ہے، طرفی سلامیاں ۱½ : ۱ ہیں سطح تر بندے سے جو وسط دھار میں دو ایسے نقاط کے مابین گزرتا ہے جن کا درمیانی فصل ۱۰۰ فٹ ہے چار مشاہدات کیے جاتے ہیں جب کہ پانی ۳ فٹ گہرا بہ رہا ہو۔ جن اوقات کا مشاہدہ کیا گیا وہ ۴۶، ۴۹، ۵۰ اور ۴۸ ثانیے تھے تو اخراج کتنے مکعب فٹ ثانیہ تھا۔ جواب۔ ۱۱۰ مکعب فٹ فی ثانیہ

(۹) اگر تمھیں اس کام پر لگایا جائے کہ یہ دریافت کرو کہ کوئی ندی سے اکتوبر اور نومبر کے مہینوں میں کتنا پانی سمندر میں داخل ہوتا ہے تو بہترین نتائج کے حصول کے لیے تم کیا طریق کار اختیار کروگے۔ ان تمام عملی طریقوں کو وضاحت کے ساتھ بیان کرو جن پر تم کاربند ہوگے اور کونسے حسابی عمل کروگے؟ (جامعہ ۱۸۷۰ء)۔

(۱۰) شکل ۱۴۵ میں دی ہوئی تراشں والی ندی کے تقریبی سیلاب کا اخراج معلوم کرو جب کہ وسطی سطحی رفتار مشاہدہ سے ۲٫۴ فٹ فی ثانیہ برآمد ہو۔

جواب۔ ۱۶۰۰ مکعب فٹ ثانیہ۔

پلیٹ ۱۳

(۱۱) دریاؤں کے اخراج معلوم کرنے کے جن طریقوں سے تم واقف ہو اُنھیں درج کرو۔

مدراس کے اوپر کوم کاپن پہاڑ رقبہ ۲۶۵ مربع میل ہے۔ دریا کی بالائی سمت کے کچھ فاصلے پر کورانڈر کنڈوا ہے اس سے اوپر کاپن پہاڑ رقبہ ۲۰۰ مربع میل ہے اور اعظم اخراج جو اس کنڈوے کے ارتفاع آب سے محسوب کیا گیا ہے اعظم سیلاب میں ۱۰،۶۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔ مدراس کے اعظم سیلاب کے اخراج کا تخمینہ معلوم کرو (جامعہ سنہ ۱۳۴۰ف) جواب ۱۲۷۹۰ مکعب فٹ ثانیہ۔

متفرق مثالیں

(۱) ایک نہر ۸۰۵۹۵ ایکڑ کی آبپاشی کرتی ہے اور آب کارگزاری ۴۰ ایکڑ فی مکعب فٹ فی ثانیہ ہے۔ ڈھال $\frac{1}{۲۰۰۰}$، پانی کی گہرائی ۵ فٹ اور طرفی سلامیاں ۱:۱ ہیں تو تہ کی چوڑائی کیا ہونی چاہیئے۔ ضابطہ کٹر (Kutter) میں قدر س = ۰۲۷۔

اِس نہر میں تہ کی سطح میں ۶ فٹ کا ایک اُتار ہے۔ وہ بلندی دریافت کرو جس تک اُتار کو بالائی گُذر کی تہ کے لیول سے اوپر تعمیر کرنا چاہیئے تاکہ پانی زیرین گذر میں نالے کی طبعی رفتار کے ساتھ پہنچ سکے اُتار کا طول تہ کی چوڑائی کے مساوی ہے۔ س = $\frac{۵}{۴}$ (جامعہ ۱۹۰۰ء)۔

(۲) ایک نالا ۳۰۰۰ ملین مکعب فٹ کی گنجائش کے ایک تالاب میں پانی ڈالتا ہے نالے کا ڈھال $\frac{۱}{۴}$ ۱ فٹ فی میل ہے۔ اور عمق آب جو عام طور پر نالے کے لیے جائز ہے ۶ فٹ ہے۔ تالاب کو ۱۲ دن میں بھرنا ہے نہر کی آڑی تراش دریافت کرو۔ (جامعہ ۱۸۹۹ء)۔

(۳) تالابوں کے ایک نظام میں چار تالاب ا، ب، ج، د ہیں۔ تالاب ا کا پن بہاؤ رقبہ ۵ مربع میل ہے اور اس کا اخراج دو چادروں سے ہوتا ہے جن میں سے ایک ۵۰ فٹ لمبی کے ذریعہ تالاب ب میں، اور دوسری ۳۰ فٹ لمبی کے ذریعہ تالاب ج میں۔ تالاب ب کا پن بہاؤ رقبہ ۴ مربع میل ہے اور تالاب ج کا ۶ مربع میل ہے اور اِن دونوں کا زاید پانی تالاب د میں داخل ہوتا ہے جس کا پن بہاؤ رقبہ ۸ مربع میل ہے تو ہر تالاب سے ڈکنس[1] کے ضابطہ کی رُو سے طغیانی کا اعظم ترین اخراج کتنا ہوگا جب کہ قدریں ۵۰، ۴۰ اور ۹۰ استعمال کی گئی ہوں (کلیہ ۱۸۹۸ء)

[1] Ryve's formula

(۴) ذیل کی صورت میں سیلاب کا اخراج معلوم کرو:- ایک پُل ۱۵ کمانوں کا ہے جن میں سے ہر ایک کا خانہ ۴۰ فٹ ہے کمان کا چڑھاؤ ۵ فٹ، پائے ۵ فٹ موٹے، اس کو ایک بند سے ملحق تعمیر کیا گیا ہے جس کی چوٹی تہ سے ۹ فٹ بلند ہے۔ سیلاب میں چوٹی پر پانی کی گہرائی ۱۲ فٹ، اُبھار ۴ فٹ، رفتار آمد ۸ فٹ، کمانوں کا خط جست بند کی چوٹی سے ۷ فٹ بلند ہے۔ جن قدروں کو تم استعمال کرو گے اُن کے استعمال کے وجوہ بیان کرو (جامعہ ۱۸۹۷ء)۔

(۵) ۱۵۰۰۰ ایکڑ کی آبپاشی کے لیے ایک نہر کھدوانی ہے۔ اور آب کارگزاری ۲ مکعب گز فی ایکڑ فی گھنٹہ مقرر کر دی گئی ہے۔ نہر ایک کتوے کے اوپر سے نکالی گئی ہے جس کی چوٹی ۲۵٫۰۰+ پر واقع ہے۔ اگر یہ مان لیا جائے کہ اس صدر توم پر جہاں کل اخراج درکار ہے پانی کی سطح سامنے کی طرف ۲۴٫۰۰+، اور صدر توم کی ریل ۸٫۰۰+، پانی کی سطح صدر توم کے پیچھے کی طرف ۲۳٫۰۰+ بر آمد ہوتی ہے۔ ۴ فٹ بلند موگھے کا طول معلوم کرنا مطلوب ہے جب کہ س = $\frac{۵}{۸}$ اور نہر کی تراش ڈھال کو $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ اور طرفی سلامیاں ۱:۱ (س = ۹۰) مان کر دریافت کرو (کلیہ ۱۸۹۸ء)۔

(۶) پیریار جھیل کا فراہمی مجریٰ ۳۵ مربع میل ہے۔ فراہمی مجریٰ میں ایک مقام پر ۱۲ گھنٹے میں ۱۲ انچ کی اعظم ترین بارش کا مشاہدہ کیا گیا ہے۔ سیلاب کا اخراج معلوم کرو۔ یہ مان کر کہ ۱۰ مربع میل کے معیاری رقبہ پر کی کل بارش نکاس چادر تک پہنچتی ہے۔ (جامعہ ۱۸۹۷ء)۔

(۷) ایک نہر کا کھودنا مقصود ہے جس سے ۱۵۰۰۰ ایکڑ رقبہ کی آبپاشی کرنا ہے، شرح آبپاشی ۲ مکعب گز فی ایکڑ فی گھنٹہ ہے رفتار ۲ فٹ فی ثانیہ ہے۔ یہ مان کر کہ اُتار موجودہ پہلے گذر میں $\frac{۱}{۵۰۰۰}$ ہے، اور دوسرے گذر میں $\frac{۱}{۴۰۰۰}$، تہ کی چوڑائی معلوم کرو۔ طرفی سلامیاں ۱:۱ ہیں۔ کُٹر (Kutter) کے ضابطہ میں ن = ۰٫۰۲۵ (کلیہ ۱۸۹۷ء)۔

(۸) ایک توم ۵۰۰۰ ایکڑ کی آبپاشی کرتا ہے تو حسب ذیل معطیات سے آب کارگزاری دریافت کرو:- ریل ۱۰٫۰۰+، دہانہ کی چوٹی ۱۳٫۰۰+، پانی کی

سطح سامنے کی طرف ۱۰۵۰۰ء۱۴۰' پانی کی سطح پیچھے کی طرف ۱۴۲۰۰ء۱۴۰' دہانے کی چوڑائی ۲½ فٹ اور س = ⅝ (انکلیہ سنہ ۱۸۹۵ء)۔

(۹) کسی شہر کی آبرسانی ایک خزانۂ آب کے ذریعہ ہوتی ہے جس میں پانی ر، ل کے درآمد سرے کے مرکز پر ۴۰ فٹ ہے۔ پانی کا صدر نل ۲ میل لمبا ہے، ۱۸ انچ اس کا قطر ہے اور ۵۰ فٹ فی میل کے ڈھال پر بچھایا گیا ہے۔ اگر فی کس ۲۰ گیلن یومیہ کا حساب رکھا جائے اور اس کی ۲/۳ مقدار کو ۸ گھنٹے میں پہنچانا ہو تو کتنی آبادی کو پانی پہنچایا جا سکتا ہے۔ پانی کو صدر نل کے اختتام پر ۵۰ فٹ اونچائی تک پہنچانا ہے (س = ۸۰) (انکلیہ سنہ ۱۸۹۵ء)۔

(۱۰) ایک تالاب کا پن بہاؤ رقبہ ۲۷ مربع میل ہے۔ اور اعظم سیلاب کے اخراج کو چادر کی چوٹی پر سے اور نکاس کے موکھوں میں سے گذارنا ہے۔ موکھے ۲ فٹ گہرے ہیں۔ اور ان کی نچلی سطحیں چوٹی کے لیول سے ۲ فٹ پست ہیں۔ ضابطہ خ = ۴۵۰ $\frac{2}{3}$ کے ذریعہ معلوم کرو کہ پن بہاؤ رقبہ کے سیلاب کا اخراج کیا ہوگا اور نکاس کا طول کس قدر ہونا چاہیے۔ ان مفروضوں پر کہ (۱) اعظم سیلاب کے اخراج کے ربع حصہ کو موکھوں میں سے گذرنا ہو جب کہ پانی پ، ت، ل تک پہنچ جائے۔ (۲) اعظم ترین پانی کی سطح پ، ت، ل سے ۲ فٹ بلند ہو۔ کٹنسہ اور منفذ والے ضابطوں میں قدر کی قیمت ⅝ استعمال کی جائے اور یہ مان لیا جائے کہ عقب میں پانی کا لیول موکھوں کی سطح سے ہمیشہ پست رہتا ہے۔ (انکلیہ سنہ ۱۸۹۴ء)۔

(۱۱) کسی صدر آبپاشی اور کشتی رانی کی نہر کے ایک مقام پر ایک پن تالا ہے اور ایک پختہ آبشار ہے۔ نہر ۸۴۷۰۰ ایکڑ کی آبپاشی کرتی ہے اور اس کی تہ کی چوڑائی ۱۰۰ فٹ طرفی سیلانیاں ۱:۱ اور تہ کا ڈھال ۱۰۰۰۰ میں ۱ ہے تو دریافت کرو کہ (۱) نہر میں پانی کا مطلوبہ عمق کیا ہوگا (۲) آبشار کی چوٹی کا لیول نہر کی تہ کی سطح کے لحاظ سے کیا ہوگا تاکہ پانی کا عمق وہی قائم رکھا جا سکے۔ (۳) پن تالا توموں کے لیے موکھوں کا مطلوبہ رقبہ کیا ہوگا تاکہ کوئی کشتی

پن تالے کے خالی رہنے کی صورت میں ۱۵ دقیقوں سے زیادہ نہ روکی جاسکے جن میں سے ۵ دقیقے دروازوں کو کھولنے اور بند کرنے اور کشتی کو پن تالے میں سے گذارنے میں صرف ہوتے ہیں اور ۴ دقیقے بھرنے میں اور ۶ دقیقے تالے کو خالی کرنے میں صرف ہوتے ہیں۔

معطیات حسب ذیل ہیں :-

(ا) آب کارگزاری ۷۰ ایکڑ فی مکعب فٹ فی ثانیہ۔

(ب) صدر نہر میں رفتار = ۰٫۸ $\sqrt{ن ڈ}$

(ج) آبشار کا طول ۷۵ فٹ

(د) آبشار اور توموں کے لئے قدر $\frac{۵}{۸}$

(ہ) پن تالے کے ابعاد ۱۵۰ فٹ × ۲۰ فٹ

(و) تالے کی اُٹھان ۹ فٹ

(ز) "پن تالا توموں" کے مراکز بالائی اور زیرین گذروں میں پانی کے لیول سے ۴ فٹ نیچے واقع ہیں (کلیہ سنہ ۱۹۳۸ء)۔

(۱۲) ایک بڑا بلند لیول کا حوض ۲۰۰ فٹ لمبے اور ایک انچ قطر کے ایک ایسے نل سے جو حوض کے پیندے میں انتصاباً نیچے لگا ہوا ہے خالی کیا جا سکتا ہے۔ نل سے الگ ہونے پر پانی مزید ۶ فٹ گر کر ایک ندی میں پہنچتا ہے۔ اگر حوض میں پانی ۵ فٹ ہو تو نل کھولنے پر کتنے مکعب فٹ فی دقیقہ کا اخراج ہوگا اور پانی کی دھار ندی میں کس رفتار سے داخل ہوگی۔ (جامعہ سنہ ۱۹۱۸ء)۔

(۱۳) ایک آب گذر مستطیلی تراش کا اینٹوں سے بنایا گیا ہے۔ یہ ۲۰ فٹ چوڑا ہے۔ اس کا ڈھال ۲٫ فٹ فی ہزار ہے۔ تو جب پانی ۴ فٹ گہرا بہ رہا ہو تو اس وقت اوسط رفتار معلوم کرو۔ بیزن کے ضابطہ میں عہ = ۰۰۴، ب = ۲، اینٹ کے کام کے لئے۔ (جامعہ سنہ ۱۹۱۸ء)

(۱۴) ایک نہر ۵۲۸ مکعب فٹ فی ثانیہ کی کامل رسد ۴ فٹ کے عمق پر لے جانے کے لیے تجویز کی گئی ہے۔ پوری رسدی رفتار ۳ فٹ فی ثانیہ مناسب تصور کی گئی ہے۔ اور زمین کے لحاظ سے طرفی سلامیاں

۱:۱ رکھی جاسکتی ہیں - نہر کی ایک تراش بناؤ جس پر ابعاد درج ہوں اور بتاؤ کہ ڈھال فی میل کیا ہونا چاہیے - رفتار کی قدر جدول ذیل سے منتخب کی جاسکتی ہے :-

م	۱/۱ع	۲٫۵	۳٫۰	۳٫۵	۴٫۰	۴٫۵
س		۶۷	۷۰	۷۳	۷۶	۷۸

(جامعہ ۱۹۱۸ء)

(۱۵) ایک دریا سے ۱۲۰۰۰ ایکڑ میں پانی لے کر چاولوں کی کاشت کرنی ہے اس رقبہ میں ۳۰ دن کے وقفہ سے "اوسط" ۱۰ دن تک پانی کی تبدیلی ہوتی رہتی ہے - کس قدر پانی کے جمع کرنے کا انتظام رکھنا چاہیے - اور رسدی نہر کا اخراج کیا ہونا چاہیے جب کہ طبعی رسد ۲ مکعب گز فی گھنٹہ فی ایکڑ رکھی جائے - (جامعہ ۱۹۲۸ء)

(۱۶) ایک پن تالا گھر ۱۵۰ فٹ لمبا ہے اور دیواروں کی سلامی کی رعایت رکھ کر اس کی اوسط چوڑائی $\frac{1}{2}$ ۲۱ فٹ ہے اور اس کے متعلقہ لیول حسب ذیل ہیں :-

تالے کا فرش .... ۹۶٫۸

نچلے دروازوں کی (کال رسدی سطح) ک' د' س ..... ۱۲۶٫۸۸

بالائی رسل (بالائی گذر کی تہ) .... ۹۶٫۷۲

بالائی دروازوں کی ک' د' س .... ۱۵۶٫۷۲

پن تالا دو سرنگوں کے ذریعہ جن میں سے ہر ایک تالے کے ایک ایک بازو کی دیوار میں ہے بھرا جاتا ہے - مخرج پر ہر سرنگ کی تراش ۳۲ مربع فٹ ہے اور موکھے کی سل بالائی گذر نہر کی تہ کے لیول پر ہے، اس کے بعد سرنگ زاویۂ قائمہ پر مڑ جاتی ہے - اس طور پر کہ تالے کے محور کے متوازی ہو جاتی ہے - یہاں تالے کے فرش پر ایک فوری اتار دیدیا ہے - سرنگ کی چھت اپنے ابتدائی لیول پر رکھی گئی ہے - سرنگ کا گہرا حصہ تالا گھر سے ۳ کماندار سوراخوں کے ذریعہ ملا دیا گیا ہے - یہ سوراخ ۳ فٹ چوڑے

اور $۳\frac{۱}{۲}$ فٹ اونچے ہیں ان کی سلیں فرش کے لیول پر ہیں۔ تو ہی کواڑ اُتار کے اوپر رکھا گیا ہے اور دستی ہٹی و بھرکی کے ذریعہ چلایا جاتا ہے تاکہ ۳ فٹ × ۳ فٹ کا سوراخ چند ثانیوں میں کھل سکے۔ کواڑوں کے بتدریج کھلنے سے جو وقت ضائع ہوتا ہے اسے اگر نظر انداز کر دیا جائے تو بتاؤ جب نہر پوری رسد لیے ہوئے چل رہی ہوگی تو تالا کتنی مدت میں بھر جائے گا۔ دونوں کواڑ بیک وقت کھولے جاتے ہیں (جامعہ سنہ ۱۹۱۸ء)۔

(۱۷) ایک توم میں ۱۶ فٹ لمبے ۹ فٹ گہرے تین دھانے ہیں جو ایک نالی کے سرے پر بنے ہوئے ہیں اور جن میں پانی کی رفتار $۱\frac{۱}{۲}$ فٹ فی ثانیہ ہے۔ اخراجات ۱۲۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ ندی میں ہوتے ہیں تو ٹرگر کے لئے ۴ فی صدی رکھ کر بتاؤ کہ توم پر کا ارتفاع کتنا ہوگا۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۲ء)۔

(۱۸) ایک خزانہ میں جس کا خطِ ارتفاع تحویلی لیول ت۔ل ۲۰۰٫۰۰ پر ۵۵ ایکڑ اور ت۔ل ۱۷۰٫۰۰ پر ۳۲ ایکڑ ہے ایک توم ہے جس میں ایک دہانہ ایک مربع فٹ کا ت۔ل ۱۰۰٫۰۰ پر واقع ہے اور اس سے آزادانہ اخراج ہو رہا ہے یہ تصور کر کے کہ رقبہ گہرائی کے ساتھ ہموارانہ گھٹتا ہے وہ وقت معلوم کرو جو کہ وہ ت۔ل ۱۷۰٫۰۰ تک ہر فٹ کے گرنے میں لیگا۔ توم کے لئے قدر = ۰٫۶۲ (کلیہ سنہ ۱۸۹۲ء)۔

(۱۹) ایک خزانۂ آب سے ایک شہر کی جس کی آبادی ۵۰۰۰۰ ہے ۱۵ گیلن فی کس فی یوم کے حساب سے آبرسانی کرنی ہے فرش کا لیول ۱۰۰+ ہے اور پانی کا عمق ۱۲ فٹ ہے۔ شہر کے دو حصے ہیں اور رسد کو ۱:۴ کی نسبت میں تقسیم کرنا ہے اور یہ تقسیم خزانۂ آب سے $\frac{۱}{۲}$ میل کی دوری پر ہوتی ہے۔ شہر کا چھوٹا حصہ خزانۂ آب سے $۲\frac{۱}{۲}$ میل کی دوری پر ہے اور بڑا حصہ $۱\frac{۱}{۲}$ میل کی دوری پر ہے۔ صدر نل اور زیر صدر نلوں کے قطر کیا ہونے چاہئیں؟ شہر میں دباؤ فی مربع انچ کیا ہوگا جب کہ شہر کے دونوں حصوں میں نلوں کا لیول ۱۲+ ہو؟ نلوں کو اس قابل بنانا چاہئے کہ ان سے ۸ گھنٹوں میں رسد کا نصف حصہ خارج ہو سکے۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۲ء)

(۲۰) بلند ور! ئے نہر اپنے دسویں میل پر ایک ندی کو قطع کرتی ہے۔ اس ندی میں پانچ مربع میل کے رقبہ کا پانی آتا ہے۔ تجویز یہ ہے کہ بن بہاؤ درآمد اور برآمد اور ایک معکوس سیفن کے ذریعہ سے اسی نہر کے دہانہ میں خارج کیا جائے۔ ۱۲ انچ ۲۴ گھنٹوں کی اعظم بارش میں سے ۲ انچ سیفن میں سے گذرے اور باقی ۱۰ انچ برآمد سے خارج ہو۔ دوران سیلاب میں درآمد اور برآمد کی چوٹیوں پر ۳ فٹ پانی کا عمق ہوتا ہے۔ برآمد کا عقبی فرش نہر کی تہ کے لیول پر ہے اور پنسال ۳ فٹ بڑھی جاتی ہے۔ نہر کی تہ سے چوٹیاں ۳ فٹ بلند ہیں اور رفتار داخلہ ۴ فٹ فی ثانیہ ہے تو سیفن کی جسامت اور برآمد کا طول کیا ہونا چاہیے۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۲ء)

(۲۱) ایک مبدا توم اور نہر چار ہزار ایکڑ ۲ گز فی ایکڑ فی گھنٹہ کے حساب سے چاول کی کاشت کی آب پاشی کے لیے تعمیر کرنی ہے۔ توم کے سامنے والے فرش پر پانی کی گہرائی ۳ فٹ ۹ انچ سے ۱۰ فٹ تک بدلتی رہتی ہے۔ اور عقبی فرش پر جس سے کہ نہر ½ فٹ فی میل کے ڈھال سے شروع ہوتی ہے عمق ۴ فٹ کے قریب قریب مستقل رہنا چاہیے (عقبی فرش اور سامنے کا فرش دونوں ایک لیول پر ہیں) تو بتاؤ کہ اس کے لئے کیا طریقۂ کار اختیار کیا جائے۔ صدر توم کے موکھوں کی تم کیا جسامت تجویز کروگے (جامعہ سنہ ۱۸۹۲ء)۔

(۲۲) ایک تالاب کے ۲۰ مربع میل رقبہ کے فراہمی مجرے پر بارش ایک گھنٹہ میں نصف انچ ہوئی۔ کچھ عرصہ بعد ۱۰۰ فٹ طول نکاس چادر پر سے بہنے والی گہرائی مستقلاً ۵ فٹ دریافت ہوئی۔ جب عقبی پانی چادر کے اوج سے ایک فٹ بلند ہو تو اخراج اور تالاب میں داخل ہونے والی بارش کی فی صد مقدار معلوم کرو۔ (جامعہ سنہ ۱۸۹۳ء)

(۲۳) ریل کے ایک کٹے پر ۴۰ فٹ کے خانہ کا ایک گرڈر کا پُل ہے جس کے پاکھے دانہ بازو ہیں اور جو ایک تالاب کو دو حصوں میں تقسیم کرتا ہے۔ جب تالاب بھر رہا ہوتا ہے تو پانی پُل کی بالائی طرف ۶ فٹ گہرا

اور زیرین طرف ۵ فٹ گہرا ہوتا ہے تو پل میں سے پانی کی کتنی مقدار گذر رہی ہے۔ تہ کی تقریبی رفتار بتاؤ اور بتاؤ کہ کیا پختہ فرش کی ضرورت ہوگی۔
(جامعہ ۱۸۹۲ء)۔

(۲۴) کسی انتصابی اطراف والے آب انبارہ کو پانی سے بھرنے کے لئے کتنا وقت درکار ہوگا جس کا رقبہ اندر کی طرف ۱۰۰ فٹ مربع ہو اور یہ ایک ذخیری خزانہ سے ۱۲۵۴۴ فٹ لمبے اور ایک فٹ قطر کے ایک نل سے بھرا جاتا ہو۔

نل کے داخلہ کا مرکز .... پانی کی سطح سے ۱۰ فٹ نیچے ہے۔
آب انبارہ میں نل کے خارجہ کا مرکز .. پانی کی سطح سے ۱۹۶ فٹ نیچے ہے۔
آب انبارہ کی تہ .... پانی کی سطح سے ۱۹۹ فٹ نیچے ہے۔
آب انبارہ میں پورے پانی کی سطح .. پانی کی سطح سے ۱۶۹ فٹ نیچے ہے۔
(جامعہ ۱۸۹۳ء)

(۲۵) اس نہر کا ڈھال کتنے فٹ فی میل ہوگا جس کا اخراج ۴۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ۔ تہ کی چوڑائی ۴۰ فٹ، عمق ۴ فٹ اور طرفی سلامیاں ۲:۱ ہوں۔

مذکورۂ بالا نہر ایک مبداء توم سے پانی حاصل کرتی ہے جس میں چار موکھے ہیں۔ جن میں سے ہر ایک ۴ فٹ چوڑا اور $2\frac{1}{2}$ فٹ بلند ہے اور ہر ایک کی سل نہر کی تہ کے ہم سطح ہے۔ نہر کی تہ کے اوپر کھوتوے کی چوٹی کی کیا بلندی ہونی چاہئے کہ پانی کھوتوے پر سے اس وقت تک نہ گزرے جب تک نہر کا اخراج ۴۰۰ مکعب فٹ فی ثانیہ نہ ہو جائے۔
(کلیہ ۱۸۸ء)۔

(۲۶) کسی پل کے پائے زیادہ سے زیادہ بالا وسط کس قدر چوڑے رکھے جا سکتے ہیں جب کہ ۵۰۰ فٹ عریض انتصابی کناروں والی ندی پر تعمیر کیا جا رہا ہو۔ ندی کا ڈھال $3\frac{1}{2}$ فٹ فی میل ہے تاکہ پل میں سے گزرتے وقت ۱۰ فٹ گہری طغیانی کی رفتار ایک گھنٹہ میں ۲ فٹ فی میل سے زیادہ نہ بڑھ سکے۔ پایوں کی بالائی سمت پر پانی کا ارتفاع کیا ہو جائیگا اگر پایوں کو اتنا ہی چوڑا بنایا جائے جو ان کی اعظم اوسط چوڑائی نکلے۔

(جامعہ سنہ ۱۸۸۰ء)

(۲۷) ایک بڑے تقسیم آب کے خزانہ سے جو ایک ایسے نالے سے بھرا جاتا ہے جس کی چنائی گنڈٹے کی گئی ہے اور جس کی چوڑائی ۶ فٹ اور گہرائی ۲ فٹ ہے۔ بازو انتصابی ہیں اور ڈھال ۹ فٹ فی میل ہے۔ تجویز یہ ہے کہ خزانہ سے نصف میل کی دوری پر، ایک شہر کو پانی بہم پہنچایا جائے اور پانی خزانہ کے بازو سے ایک مدوّر نل کے ذریعہ جس کا مرکز خزانہ میں پانی کی سطح سے ۳۰ فٹ نیچے ہو حاصل کیا جائے۔ نل کا ارتفاع شہر سے ۵۰ فٹ اوپر ہے تو نل کا قطر کتنا ہونا چاہیئے کہ اس سے اتنا ہی پانی کا اخراج حاصل ہو جتنا کہ نہر کے ذریعہ حاصل ہوتا ہے کیونکہ یہی پانی کی وہ مقدار ہے جس کی باشندگان شہر کو ضرورت ہے۔ (جامعہ سنہ ۱۸۷۰ء)۔

(۲۸) پانی کی سطح پر ایک ندی ۲۰۰ فٹ عریض ہے۔ اس کی آڑی تراش کا رقبہ ۲۴۷۴ مربع فٹ، تر شدہ گھیر کا طول ۳۲۵ فٹ اور ڈھال ۱۶ انچ فی میل ہے۔ یہ تصور کر کے کہ پانی کی ابتدائی سطح پر کنارے انتصابا واقع ہیں۔ بتاؤ کہ ایک کتوا کس بلندی تک تعمیر کرنا چاہیئے کہ پانی کی سطح ۴ فٹ بلند ہو جائے۔ (جامعہ سنہ ۱۸۷۷ء)

(۲۹) ایک نئی نہر تہ پر ۴۰ فٹ چوڑی ہے اور اس کی طرفی سلامیاں ۲:۱ ہیں۔ ۴ فٹ پانی پر سطحی رفتار کی قیمت ۱۱۷ فٹ فی دقیقہ دریافت ہوئی تو بتاؤ کہ اس پل کے خانہ کو کم از کم کتنا ہونا چاہیئے کہ جو ۵ فٹ گہری اور ۲۰۰ فٹ فی دقیقہ تک محدود سطحی رفتار رکھنے والی طغیانی کو گذار سکے۔ اس پل کے باعث کس قدر ارتفاع صورت پذیر ہوگا (جامعہ سنہ ۱۸۸۲ء)

ضمیمہ (۱) مٹی کے کام کی نہروں کے لئے بیزن (Bazin) کی قدریں۔

ضمیمہ (۲) نلوں نہروں اور دریاؤں کے لئے کٹر (Kutter) کی قدریں۔

ضمیمہ (۳) ماٹ کی قیمتیں جو ضابطہ ر = س سان ٹو میں استعمال ہوتی ہوں

بیزن کی قدریں جو مٹی کے کام کی نہروں کیلئے موزوں ہیں

جملہ ر = س $\sqrt{\text{ن ڈ}}$ میں س کی قیمتوں کی جدول

جہاں س = ۲ ج ÷ $\sqrt{\text{۹۲٫۰۰ (۱ + ۴٫۱۰ / ن)}}$

س	ن	س	ن	س	ن	س	ن
۷۷	۵٫۱	۷۰	۳٫۴	۵۷	۱٫۷۵	۱۶	٫۱
۷۸	۵٫۲	۷۱	۳٫۵	۵۷	۱٫۸	۲۲	٫۲
۷۸	۵٫۲۵	۷۱	۳٫۶	۵۹	۱٫۹	۲۵	٫۲۵
۷۸	۵٫۳	۷۲	۳٫۷	۶۰	۲٫۰	۲۷	٫۳
۷۸	۵٫۴	۷۲	۳٫۷۵	۶۱	۲٫۱	۳۱	٫۴
۷۹	۵٫۵	۷۲	۳٫۸	۶۱	۲٫۲	۳۴	٫۵
۷۹	۵٫۶	۷۳	۳٫۹	۶۲	۲٫۲۵	۳۷	٫۶
۷۹	۵٫۷	۷۳	۴٫۰	۶۲	۲٫۳	۴۰	٫۷
۸۰	۵٫۸	۷۴	۴٫۱	۶۳	۲٫۴	۴۱	٫۷۵
۸۰	۵٫۹	۷۴	۴٫۲	۶۴	۲٫۵	۴۲	٫۸
۸۰	۶٫۰	۷۴	۴٫۲۵	۶۵	۲٫۶	۴۴	٫۹
۸۱	۶٫۵	۷۴	۴٫۳	۶۶	۲٫۷	۴۶	۱٫۰
۸۳	۷٫۰	۷۵	۴٫۴	۶۶	۲٫۷۵	۴۸	۱٫۱
۸۴	۷٫۵	۷۵	۴٫۵	۶۷	۲٫۸	۴۹	۱٫۲
۸۵	۸٫۰	۷۶	۴٫۶	۶۷	۲٫۹	۵۰	۱٫۲۵
۸۵	۸٫۵	۷۶	۴٫۷	۶۸	۳٫۰	۵۱	۱٫۳
۸۶	۹٫۰	۷۶	۴٫۷۵	۶۸	۳٫۱	۵۲	۱٫۴
۸۸	۱۰٫۰	۷۶	۴٫۸	۶۹	۳٫۲	۵۴	۱٫۵
		۷۷	۴٫۹	۶۹	۳٫۲۵	۵۵	۱٫۶
		۷۷	۵٫۰	۶۹	۳٫۳	۵۶	۱٫۷

ضمیمہ (۲)

کُٹر کی قدریں جو نلوں، نہروں اور ندیوں کیلئے موزوں ہیں

جملہ[1] $\text{ر} = \text{س}\sqrt{\text{ن ڈ}}$ میں س کی قیمتوں کی جدول

$$\text{جہاں س} = \frac{\text{٤١٫٦٦} + \frac{\text{١٫٨١١}}{\text{نَ}} + \frac{\text{٠٫٠٠٢٨١}}{\text{ڈ}}}{\text{١} + \left(\text{٤١٫٦٦} + \frac{\text{٠٫٠٠٢٨١}}{\text{ڈ}}\right)\frac{\text{نَ}}{\sqrt{\text{ن}}}}$$

جہاں ن سے مراد م/ع۔ ڈ سے مراد طولی ڈھال، اور نَ سے مراد ناہمواری کی شرح ہے۔

	نَ
خوب رندہ کی ہوئی لکڑی کے نالے	٠٫٠٠٩
خاص سیمنٹ کے نالے، چکنے نل، اور بہت ہی صاف چکنائے ہوئے لوہے کے نل	٠٫٠١٠
نالے استرکاری کے، صاف چکنائے ہوئے لوہے کے نل..	٠٫٠١١
نالے بغیر رندی ہوئی لکڑی کے، معمولی لوہے کے نل	٠٫٠١٢
نالے تراشے پتھر یا اینٹ کے کام کے............	٠٫٠١٣
گُنڈ کی بندش کے نالے	٠٫٠١٧
نہریں جو سخت بجریلی زمین سے گزرتی ہوں.........	٠٫٠٢٠
نہریں اور ندیاں جو تقریباً اچھی حالت میں ہوں اور پتھروں اور سوار سے مبرا ہوں............	٠٫٠٢٥
نہریں اور دریا جن میں کہیں کہیں پتھر اور سوار موجود ہوں...	٠٫٠٣٠
نہریں اور دریا جن کی حالت خراب ہو اور جن میں سوار (Weeds) اور پتھر موجود ہوں............	٠٫٠٣٥

[1] ٹراٹ وائین (Traut wine) کی سول انجنیری کی پاکٹ بک سے لئے گئے ہیں۔

ڈھال ط = ۰۰۰۲۵ء۰ طول کی اکائی میں = ۴۰۰۰ میں ۱ = ۱ء۳۲ فٹ فی میل

ھمؤع ن	۰ء۰۰۹	۰ء۰۱۰	۰ء۰۱۱	۰ء۰۱۲	۰ء۰۱۳	۰ء۰۱۵	۰ء۰۱۷	۰ء۰۲۰	۰ء۰۲۵	۰ء۰۳۰	۰ء۰۳۵	۰ء۰۴۰	ھمؤع ن
	قدریں ن کھردرے پن کی												
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۰ء۱	۶۵	۵۷	۵۰	۴۴	۴۰	۳۳	۲۸	۲۳	۱۷	۱۴	۱۲	۱۰	۰ء۱
۰ء۲	۸۷	۷۵	۶۷	۵۹	۵۳	۴۵	۳۸	۳۱	۲۴	۱۹	۱۶	۱۴	۰ء۲
۰ء۴	۱۱۱	۹۷	۸۷	۷۸	۷۰	۵۹	۵۱	۴۲	۳۲	۲۶	۲۲	۱۹	۰ء۴
۰ء۶	۱۲۷	۱۱۲	۱۰۰	۹۰	۸۱	۶۹	۶۰	۴۹	۳۸	۳۱	۲۶	۲۲	۰ء۶
۰ء۸	۱۳۸	۱۲۲	۱۰۹	۹۹	۹۰	۷۷	۶۶	۵۵	۴۳	۳۵	۳۰	۲۵	۰ء۸
۱	۱۴۸	۱۳۱	۱۱۸	۱۰۶	۹۷	۸۸	۷۲	۶۰	۴۷	۳۸	۳۲	۲۸	۱
۱ء۵	۱۶۶	۱۴۸	۱۳۳	۱۲۱	۱۱۱	۹۵	۸۳	۶۹	۵۵	۴۵	۳۸	۳۳	۱ء۵
۲	۱۷۹	۱۶۰	۱۴۴	۱۳۱	۱۲۱	۱۰۴	۹۱	۷۷	۶۱	۵۰	۴۳	۳۷	۲
۳	۱۹۷	۱۷۷	۱۶۰	۱۴۷	۱۳۵	۱۱۷	۱۰۳	۸۸	۷۰	۵۹	۵۰	۴۴	۳
۴	۲۰۹	۱۸۸	۱۷۲	۱۵۸	۱۴۶	۱۲۷	۱۱۳	۹۶	۷۸	۶۵	۵۶	۴۹	۴
۶	۲۲۶	۲۰۶	۱۸۸	۱۷۴	۱۶۱	۱۴۳	۱۲۶	۱۰۸	۸۸	۷۴	۶۴	۵۷	۶
۸	۲۳۸	۲۱۷	۱۹۹	۱۸۴	۱۷۱	۱۵۱	۱۳۵	۱۱۷	۹۶	۸۲	۷۱	۶۳	۸
۱۰	۲۴۶	۲۲۵	۲۰۷	۱۹۲	۱۷۹	۱۵۹	۱۴۲	۱۲۴	۱۰۲	۸۷	۷۶	۶۸	۱۰
۱۲	۲۵۳	۲۳۱	۲۱۴	۱۹۸	۱۸۶	۱۶۵	۱۴۹	۱۲۹	۱۰۷	۹۳	۸۱	۷۲	۱۲
۱۶	۲۶۳	۲۴۲	۲۲۳	۲۰۸	۱۹۵	۱۷۴	۱۵۷	۱۳۸	۱۱۵	۱۰۰	۸۸	۷۹	۱۶
۲۰	۲۷۱	۲۴۹	۲۳۱	۲۱۵	۲۰۲	۱۸۱	۱۶۴	۱۴۴	۱۲۱	۱۰۶	۹۴	۸۴	۲۰
۳۰	۲۸۳	۲۶۱	۲۴۳	۲۲۸	۲۱۵	۱۹۳	۱۷۶	۱۵۶	۱۳۳	۱۱۷	۱۰۴	۹۵	۳۰
۵۰	۲۹۷	۲۷۴	۲۵۶	۲۴۱	۲۲۸	۲۰۶	۱۹۰	۱۷۰	۱۴۷	۱۳۰	۱۱۷	۱۰۷	۵۰

م ا/ع ن	۰۴۰ء	۰۳۵ء	۰۳۰ء	۰۲۵ء	۰۲۰ء	۰۱۷ء	۰۱۵ء	۰۱۳ء	۰۱۲ء	۰۱۱ء	۰۱۰ء	۰۰۹ء	م ا/ع ن	
	قدریں ن کھردرے پن کی													
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س		ڈھال ڈ=۰۰۰۰۵ء طول کی فی اکائی میں = ۲۰۰۰۰ میں ۱ = ۲۶۴ء فٹ فی میل
۱ء	۱۱	۱۳	۱۶	۲۰	۲۶	۳۳	۳۹	۴۷	۵۲	۵۹	۶۶	۷۸	۱ء	
۱۵ء	۱۳	۱۶	۱۹	۲۳	۳۱	۳۹	۴۶	۵۴	۶۲	۶۹	۷۹	۹۱	۱۵ء	
۲ء	۱۵	۱۸	۲۱	۲۶	۳۵	۴۴	۵۱	۶۲	۶۸	۷۷	۸۷	۱۰۰	۲ء	
۳ء	۱۸	۲۱	۲۵	۳۱	۴۱	۵۰	۵۹	۷۱	۷۹	۸۸	۹۹	۱۱۴	۳ء	
۴ء	۲۰	۲۴	۲۸	۳۵	۴۶	۵۷	۶۶	۷۹	۸۸	۹۷	۱۰۹	۱۲۴	۴ء	
۶ء	۲۴	۲۸	۳۳	۴۱	۵۳	۶۵	۷۶	۹۰	۹۸	۱۰۹	۱۲۲	۱۳۹	۶ء	
۸ء	۲۷	۳۱	۳۷	۴۶	۵۹	۷۱	۸۳	۹۸	۱۰۷	۱۱۹	۱۳۳	۱۵۰	۸ء	
۱	۲۹	۳۴	۴۰	۴۹	۶۴	۷۷	۸۹	۱۰۴	۱۱۴	۱۲۶	۱۴۰	۱۵۸	۱	
۱ء۵	۳۴	۴۰	۴۷	۵۷	۷۳	۸۷	۹۹	۱۱۷	۱۲۶	۱۳۹	۱۵۴	۱۷۳	۱ء۵	
۲	۳۸	۴۴	۵۱	۶۲	۷۹	۹۴	۱۰۷	۱۲۴	۱۳۵	۱۴۸	۱۶۴	۱۸۴	۲	
۳	۴۴	۵۰	۵۹	۷۱	۸۸	۱۰۴	۱۱۸	۱۳۶	۱۴۸	۱۶۱	۱۷۸	۱۹۸	۳	
۴	۴۹	۵۶	۶۴	۷۷	۹۵	۱۱۱	۱۲۶	۱۴۵	۱۵۶	۱۷۰	۱۸۷	۲۰۷	۴	
۶	۵۶	۶۳	۷۲	۸۵	۱۰۵	۱۲۲	۱۳۷	۱۵۶	۱۶۸	۱۸۲	۱۹۹	۲۲۰	۶	
۸	۶۱	۶۸	۷۸	۹۱	۱۱۱	۱۲۹	۱۴۴	۱۶۳	۱۷۵	۱۸۹	۲۰۶	۲۲۸	۸	
۱۰	۶۴	۷۲	۸۲	۹۶	۱۱۶	۱۳۴	۱۴۹	۱۶۹	۱۸۱	۱۹۵	۲۱۲	۲۳۴	۱۰	
۱۲	۶۸	۷۵	۸۶	۹۹	۱۲۰	۱۳۸	۱۵۳	۱۷۳	۱۸۵	۲۰۰	۲۱۷	۲۳۸	۱۲	
۱۶	۷۳	۸۱	۹۱	۱۰۶	۱۲۶	۱۴۴	۱۶۰	۱۸۰	۱۹۱	۲۰۶	۲۲۳	۲۴۵	۱۶	
۲۰	۷۷	۸۵	۹۶	۱۱۰	۱۳۱	۱۴۹	۱۶۵	۱۸۴	۱۹۶	۲۱۱	۲۲۸	۲۵۰	۲۰	
۳۰	۸۴	۹۳	۱۰۳	۱۱۸	۱۳۹	۱۵۷	۱۷۲	۱۹۳	۲۰۴	۲۱۹	۲۳۶	۲۵۸	۳۰	
۵۰	۹۳	۱۰۱	۱۱۲	۱۲۷	۱۴۸	۱۶۵	۱۸۱	۲۰۱	۲۱۳	۲۲۸	۲۴۵	۲۶۶	۵۰	

قدریں ن کھردرے پن کی

م ا ع ن	۰٫۰۰۹	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۱	۰٫۰۱۲	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۸	۰٫۰۲۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۳۰	۰٫۰۳۵	۰٫۰۴۰	م ا ع ن
س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۰٫۱	۹۰	۷۸	۶۸	۶۰	۵۴	۴۴	۳۷	۳۰	۲۲	۱۷	۱۴	۱۲	۰٫۱
۰٫۲	۱۱۲	۹۸	۸۶	۷۶	۶۹	۵۷	۴۸	۳۹	۲۹	۲۳	۱۹	۱۶	۰٫۲
۰٫۳	۱۲۵	۱۰۹	۵۷	۸۷	۷۸	۶۵	۵۶	۴۵	۳۴	۲۷	۲۲	۱۹	۰٫۳
۰٫۴	۱۳۶	۱۱۹	۱۰۷	۹۵	۸۶	۷۲	۶۲	۵۰	۳۸	۳۱	۲۵	۲۲	۰٫۴
۰٫۶	۱۴۹	۱۳۱	۱۱۸	۱۰۵	۹۶	۸۱	۷۰	۵۷	۴۴	۳۵	۳۰	۲۵	۰٫۶
۰٫۸	۱۵۸	۱۴۰	۱۲۶	۱۱۴	۱۰۳	۸۸	۷۶	۶۳	۴۸	۳۹	۳۳	۲۸	۰٫۸
۱	۱۶۶	۱۴۷	۱۳۲	۱۲۰	۱۰۹	۹۳	۸۱	۶۷	۵۲	۴۲	۳۵	۳۱	۱
۱٫۵	۱۷۸	۱۵۹	۱۴۴	۱۳۰	۱۲۰	۱۰۳	۸۹	۷۵	۵۹	۴۸	۴۱	۳۵	۱٫۵
۲	۱۸۶	۱۶۸	۱۵۱	۱۳۸	۱۲۷	۱۰۹	۹۶	۸۱	۶۴	۵۳	۴۵	۳۹	۲
۳	۱۹۸	۱۷۸	۱۶۲	۱۴۹	۱۳۷	۱۱۹	۱۰۴	۸۹	۷۱	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۶	۱۸۶	۱۶۹	۱۵۵	۱۴۳	۱۲۵	۱۱۱	۹۴	۷۶	۶۴	۵۵	۴۹	۴
۶	۲۱۵	۱۹۵	۱۷۸	۱۶۴	۱۵۲	۱۳۴	۱۱۶	۱۰۲	۸۴	۷۱	۶۱	۵۴	۶
۸	۲۲۱	۲۰۱	۱۸۴	۱۷۰	۱۵۸	۱۳۹	۱۲۴	۱۰۷	۸۸	۷۵	۶۶	۵۹	۸
۱۰	۲۲۶	۲۰۵	۱۸۸	۱۷۴	۱۶۲	۱۴۳	۱۲۸	۱۱۱	۹۲	۷۸	۶۹	۶۲	۱۰
۱۵	۲۳۳	۲۱۲	۱۹۵	۱۸۱	۱۶۹	۱۵۰	۱۳۵	۱۱۸	۹۸	۸۵	۷۵	۶۸	۱۵
۲۰	۲۳۷	۲۱۶	۲۰۰	۱۸۵	۱۷۳	۱۵۴	۱۳۹	۱۲۲	۱۰۲	۸۹	۷۹	۷۱	۲۰
۳۰	۲۴۳	۲۲۲	۲۰۶	۱۹۱	۱۷۹	۱۶۰	۱۴۵	۱۲۸	۱۰۸	۹۵	۸۴	۷۷	۳۰
۵۰	۲۴۹	۲۲۷	۲۱۱	۱۹۷	۱۸۵	۱۶۶	۱۵۱	۱۳۳	۱۱۴	۱۰۰	۹۱	۸۳	۵۰

ڈھال د = ۰٫۰۰۱ یا طول کا ایک ہزارواں = ۰۰۰۱ : ۱ = ۵٫۲۸ فٹ فی میل

قدریں ن کھردرے پن کی

م ا ع ن	۰.۰۰۹	۰.۰۱۰	۰.۰۱۱	۰.۰۱۲	۰.۰۱۳	۰.۰۱۵	۰.۰۱۷	۰.۰۲۰	۰.۰۲۵	۰.۰۳۰	۰.۰۳۵	۰.۰۴۰	م ا ع ن
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۰.۱	۹۹	۸۵	۷۴	۶۵	۵۹	۴۸	۴۱	۳۲	۲۴	۱۸	۱۵	۱۴	۰.۱
۰.۲	۱۲۱	۱۰۵	۹۳	۸۳	۷۴	۶۱	۵۲	۴۲	۳۱	۲۵	۲۱	۱۷	۰.۲
۰.۳	۱۳۳	۱۱۶	۱۰۳	۹۲	۸۳	۶۹	۵۹	۴۸	۳۶	۲۹	۲۴	۲۰	۰.۳
۰.۴	۱۴۳	۱۲۵	۱۱۲	۱۰۰	۹۱	۷۶	۶۵	۵۳	۴۰	۳۲	۲۷	۲۳	۰.۴
۰.۶	۱۵۵	۱۳۸	۱۲۲	۱۱۱	۱۰۰	۸۵	۷۳	۶۰	۴۶	۳۷	۳۱	۲۶	۰.۶
۰.۸	۱۶۲	۱۴۵	۱۳۱	۱۱۸	۱۰۷	۹۱	۷۹	۶۵	۵۰	۴۱	۳۴	۲۹	۰.۸
۱	۱۷۰	۱۵۱	۱۳۹	۱۲۳	۱۱۳	۹۶	۸۳	۶۹	۵۴	۴۴	۳۷	۳۳	۱
۱.۵	۱۸۱	۱۶۲	۱۴۶	۱۳۳	۱۲۲	۱۰۵	۹۱	۷۷	۶۰	۴۹	۴۲	۳۶	۱.۵
۲	۱۸۸	۱۷۰	۱۵۴	۱۴۰	۱۲۹	۱۱۱	۹۷	۸۲	۶۴	۵۴	۴۵	۴۰	۲
۳	۲۰۰	۱۶۹	۱۶۳	۱۴۹	۱۳۶	۱۱۹	۱۰۵	۸۹	۷۲	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۵	۱۸۵	۱۶۸	۱۵۵	۱۴۳	۱۲۵	۱۱۱	۹۴	۷۶	۶۳	۵۵	۴۸	۴
۶	۲۱۳	۱۹۳	۱۷۴	۱۶۳	۱۵۰	۱۳۲	۱۱۷	۱۰۰	۸۲	۶۹	۶۰	۵۳	۶
۸	۲۱۸	۱۹۸	۱۸۱	۱۶۶	۱۵۵	۱۳۶	۱۲۲	۱۰۵	۸۷	۷۳	۶۴	۵۷	۸
۱۰	۲۲۲	۲۰۱	۱۸۵	۱۷۰	۱۵۸	۱۴۰	۱۲۵	۱۰۸	۸۹	۷۶	۶۷	۶۰	۱۰
۱۵	۲۲۸	۲۰۷	۱۹۰	۱۷۴	۱۶۴	۱۴۵	۱۳۱	۱۱۳	۹۵	۸۲	۷۳	۶۵	۱۵
۲۰	۲۳۱	۲۱۰	۱۹۴	۱۸۰	۱۶۸	۱۴۹	۱۳۴	۱۱۷	۹۸	۸۵	۷۶	۶۸	۲۰
۳۰	۲۳۵	۲۱۵	۱۹۸	۱۸۴	۱۷۲	۱۵۴	۱۳۹	۱۲۲	۱۰۳	۸۹	۸۰	۷۳	۳۰
۵۰	۲۴۰	۲۲۰	۲۰۳	۱۸۹	۱۷۷	۱۵۸	۱۴۳	۱۲۶	۱۰۸	۹۴	۸۵	۷۸	۵۰

ڈھال ڈ = ۰.۰۰۰۲ = طول کی اکائی ۵۰۰۰ میں ۱ = ۱.۰۵۶ فٹ فی میل

م ا ع ن	قدریں ن کھردرے پن کی												م ا ع ن
	۰٫۰۰۹	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۱	۰٫۰۱۲	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۷	۰٫۰۲۰	۰٫۰۲۵	۰٫۰۳۰	۰٫۰۳۵	۰٫۰۴۰	
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۰٫۱	۱۰۴	۸۹	۷۸	۶۹	۶۲	۵۰	۴۴	۳۴	۲۵	۱۹	۱۶	۱۳	۰٫۱
۰٫۱۵	۱۱۶	۱۰۱	۹۰	۸۰	۷۱	۵۹	۵۰	۴۰	۲۹	۲۳	۱۹	۱۶	۰٫۱۵
۰٫۲	۱۲۶	۱۱۰	۹۷	۸۷	۷۸	۶۵	۵۴	۴۴	۳۲	۲۵	۲۱	۱۸	۰٫۲
۳	۱۳۸	۱۲۰	۱۰۷	۹۶	۸۷	۷۳	۶۳	۵۰	۳۷	۳۰	۲۴	۲۱	۰٫۳
۰٫۴	۱۴۸	۱۲۹	۱۱۵	۱۰۴	۹۴	۷۹	۶۸	۵۵	۴۲	۳۳	۲۷	۲۳	۰٫۴
۰٫۶	۱۵۷	۱۴۰	۱۲۶	۱۱۳	۱۰۳	۸۷	۷۵	۶۲	۴۷	۳۸	۳۱	۲۷	۰٫۶
۰٫۸	۱۶۶	۱۴۸	۱۳۳	۱۲۱	۱۱۰	۹۳	۸۱	۶۷	۵۱	۴۲	۳۵	۳۰	۰٫۸
۱	۱۷۲	۱۵۴	۱۳۸	۱۲۵	۱۱۵	۹۸	۸۵	۷۰	۵۵	۴۵	۳۷	۳۲	۱
۱٫۵	۱۸۳	۱۶۴	۱۴۸	۱۳۵	۱۲۴	۱۰۶	۹۳	۷۸	۶۱	۵۰	۴۲	۳۷	۱٫۵
۲	۱۹۰	۱۷۰	۱۵۴	۱۴۱	۱۳۰	۱۱۲	۹۸	۸۳	۶۵	۵۴	۴۵	۴۰	۲
۳	۱۹۹	۱۷۹	۱۶۲	۱۴۹	۱۳۸	۱۱۹	۱۰۵	۸۹	۷۱	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۴	۱۸۴	۱۶۸	۱۵۴	۱۴۲	۱۲۴	۱۱۰	۹۴	۷۶	۶۳	۵۵	۴۸	۴
۶	۲۱۱	۱۹۱	۱۷۵	۱۶۱	۱۴۹	۱۳۰	۱۱۶	۹۹	۸۰	۶۹	۶۰	۵۳	۶
۱۰	۲۱۹	۱۹۹	۱۸۳	۱۶۸	۱۵۷	۱۳۸	۱۲۳	۱۰۷	۸۸	۷۵	۶۶	۵۹	۱۰
۲۰	۲۲۷	۲۰۷	۱۹۰	۱۷۶	۱۶۴	۱۴۶	۱۳۱	۱۱۵	۹۶	۸۳	۷۳	۶۶	۲۰
۵۰	۲۳۵	۲۱۵	۱۹۸	۱۸۴	۱۷۳	۱۵۴	۱۳۹	۱۲۳	۱۰۴	۹۱	۸۲	۷۵	۵۰

ڈھال ط = ۰٫۰۰۰۴ = ایک فی ۲۵۰۰ = ۲٫۱۱۲ فٹ فی میل

مر/ع ن	قدریں ن کھردرے پن کی												مر/ع ن
	ء۰۰۹	ء۰۱۰	ء۰۱۱	ء۰۱۲	ء۰۱۳	ء۰۱۵	ء۰۱۷	ء۰۲۰	ء۰۲۵	ء۰۳۰	ء۰۳۵	ء۰۴۰	
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
ء۱	۱۱۰	۹۴	۸۳	۷۳	۶۵	۵۴	۴۵	۳۶	۲۷	۲۱	۱۷	۱۴	ء۱
ء۱۵	۱۲۱	۱۰۵	۹۲	۸۲	۷۴	۶۱	۵۱	۴۱	۳۱	۲۴	۲۰	۱۶	ء۱۵
ء۲	۱۲۹	۱۱۳	۹۹	۸۹	۸۱	۶۶	۵۶	۴۵	۳۴	۲۷	۲۲	۱۸	ء۲
ء۳	۱۴۱	۱۲۴	۱۰۹	۹۸	۸۹	۷۴	۶۳	۵۱	۳۹	۳۰	۲۵	۲۱	ء۳
ء۴	۱۵۰	۱۳۱	۱ ۷	۱۰۵	۹۶	۸۰	۶۹	۵۶	۴۳	۳۴	۲۸	۲۴	ء۴
ء۶	۱۶۱	۱۴۲	۱۲۶	۱۱۵	۱۰۴	۸۸	۷۶	۶۳	۴۸	۳۹	۳۲	۲۷	ء۶
ء۸	۱۶۹	۱۵۰	۱۳۴	۱۲۲	۱۱۱	۹۴	۸۲	۶۸	۵۲	۴۲	۳۵	۳۰	ء۸
۱	۱۷۵	۱۵۵	۱۳۹	۱۲۷	۱۱۶	۹۹	۸۶	۷۱	۵۶	۴۵	۳۸	۳۳	۱
۱ء۵	۱۸۴	۱۶۵	۱۴۹	۱۳۶	۱۲۴	۱۰۸	۹۳	۷۸	۶۲	۵۰	۴۳	۳۷	۱ء۵
۲	۱۹۱	۱۷۱	۱۵۵	۱۴۲	۱۳۰	۱۱۲	۹۸	۸۳	۶۶	۵۴	۴۶	۴۰	۲
۳	۱۹۹	۱۷۹	۱۶۳	۱۴۹	۱۳۸	۱۱۹	۱۰۵	۸۹	۷۱	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۴	۱۸۴	۱۶۸	۱۵۴	۱۴۲	۱۲۴	۱۱۰	۹۳	۷۵	۶۳	۵۴	۴۸	۴
۶	۲۱۱	۱۹۰	۱۷۴	۱۶۰	۱۴۹	۱۳۰	۱۱۶	۹۹	۸۱	۶۸	۵۹	۵۲	۶
۱۰	۲۱۸	۱۹۷	۱۸۱	۱۶۷	۱۵۵	۱۳۶	۱۲۲	۱۰۵	۸۷	۷۴	۶۵	۵۸	۱۰
۲۰	۲۲۵	۲۰۵	۱۸۸	۱۷۵	۱۶۳	۱۴۴	۱۲۹	۱۱۳	۹۴	۸۱	۷۲	۶۵	۲۰
۵۰	۲۳۲	۲۱۲	۱۹۶	۱۸۲	۱۷۰	۱۵۱	۱۳۷	۱۲۰	۱۰۱	۸۹	۷۹	۷۲	۵۰

ڈھال ڈ = ۰۰۱ء = ایک فٹ فی ۱۰۰۰ = ۲۸ء۵ فٹ فی میل

م/ر ع ن	قدریں ن کھردرے پن کی												م/ر ع ن
	۰۰۹ء	۰۱۰ء	۰۱۱ء	۰۱۲ء	۰۱۳ء	۰۱۵ء	۰۱۷ء	۰۲۰ء	۰۲۵ء	۰۳۰ء	۰۳۵ء	۰۴۰ء	
	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	س	
۱ء	۱۱۰	۹۵	۸۳	۷۳	۶۶	۵۴	۴۶	۳۶	۲۷	۲۱	۱۷	۱۴	۱ء
۱۵ء	۱۲۲	۱۰۵	۹۳	۸۳	۷۵	۶۳	۵۲	۴۲	۳۱	۲۴	۲۰	۱۷	۱۵ء
۲ء	۱۳۰	۱۱۴	۱۰۰	۹۰	۸۱	۶۷	۵۶	۴۶	۳۴	۲۶	۲۲	۱۹	۲ء
۳ء	۱۴۳	۱۲۵	۱۱۱	۱۰۰	۹۰	۷۶	۶۳	۵۳	۳۹	۳۱	۲۵	۲۲	۳ء
۴ء	۱۵۱	۱۳۳	۱۱۹	۱۰۷	۹۸	۸۲	۷۰	۵۶	۴۴	۳۵	۲۹	۲۴	۴ء
۶ء	۱۶۲	۱۴۳	۱۲۹	۱۱۶	۱۰۶	۹۰	۷۷	۶۴	۴۹	۳۹	۳۳	۲۸	۶ء
۸ء	۱۷۰	۱۵۱	۱۳۵	۱۲۳	۱۱۳	۹۵	۸۴	۶۸	۵۳	۴۳	۳۵	۳۱	۸ء
۱	۱۷۵	۱۵۶	۱۴۲	۱۲۸	۱۱۷	۹۹	۸۵	۷۲	۵۶	۴۵	۳۸	۳۳	۱
۱ء۵	۱۸۵	۱۶۵	۱۴۹	۱۳۶	۱۲۵	۱۰۷	۹۴	۷۹	۶۴	۵۱	۴۳	۳۷	۱ء۵
۲	۱۹۱	۱۷۱	۱۵۵	۱۴۲	۱۳۰	۱۱۳	۹۹	۸۳	۶۶	۵۵	۴۷	۴۰	۲
۳	۱۹۹	۱۷۹	۱۶۲	۱۴۹	۱۳۸	۱۱۹	۱۰۵	۸۹	۷۱	۵۹	۵۱	۴۵	۳
۴	۲۰۴	۱۸۴	۱۶۷	۱۵۴	۱۴۲	۱۲۳	۱۰۹	۹۳	۷۶	۶۳	۵۵	۴۸	۴
۶	۲۱۰	۱۹۰	۱۷۳	۱۶۰	۱۴۸	۱۲۹	۱۱۵	۹۹	۸۱	۶۸	۵۹	۵۲	۶
۱۰	۲۱۷	۱۹۷	۱۸۰	۱۶۶	۱۵۴	۱۳۷	۱۲۱	۱۰۵	۸۶	۷۲	۶۵	۵۸	۱۰
۲۰	۲۲۵	۲۰۴	۱۸۶	۱۷۲	۱۶۱	۱۴۳	۱۲۸	۱۱۲	۹۳	۸۰	۷۱	۶۴	۲۰
۵۰	۲۳۱	۲۱۰	۱۹۴	۱۸۱	۱۶۸	۱۵۰	۱۳۵	۱۱۹	۱۰۰	۸۸	۷۸	۷۱	۵۰

ڈھال ذ = ۰۰۰۱ء یعنی ایک فٹ ۱۰۰۰۰ میں = ۵۲۸ء فٹ فی میل

ضمیمہ (۳)

√ڈ کی قیمتیں جو ضابطہ ر = س √ن ڈ میں استعمال ہونگی۔

جدول (۱) جو اُتار فی میل کے لئے ہے۔

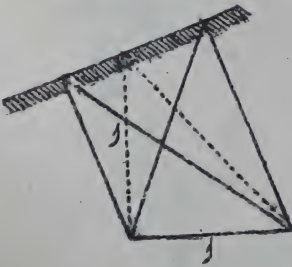
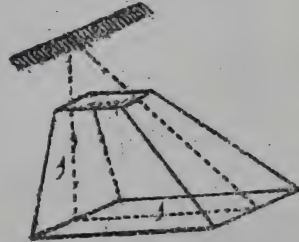
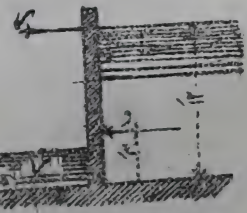
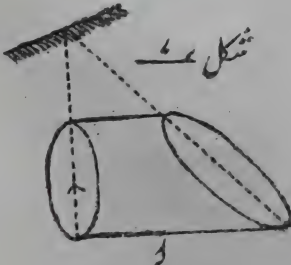
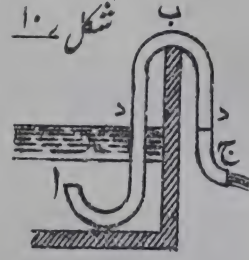
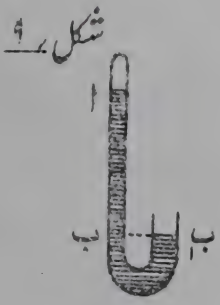
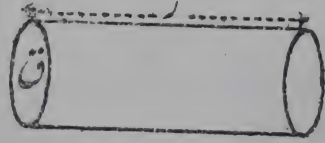
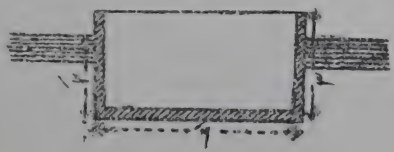
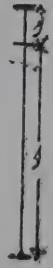
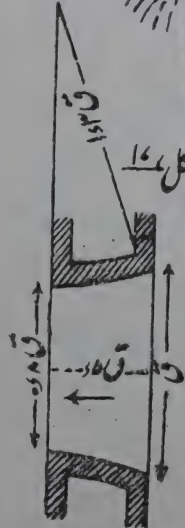
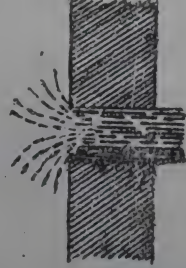
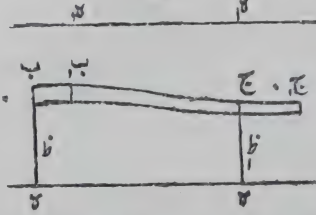
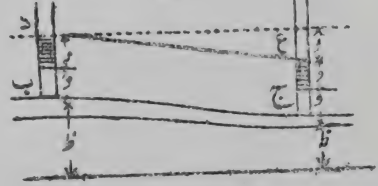
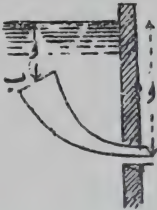
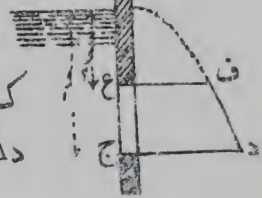
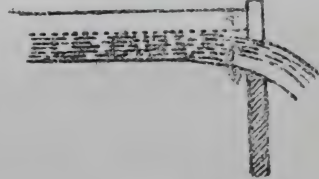
اُتار فی میل	√ڈ	اُتار فی میل	√ڈ	اُتار فی میل	√ڈ	اُتار فی میل	√ڈ	اُتار فی میل	√ڈ
۰′ ۳″	۰٫۰۶۹	۲′ ۳″	۰٫۲۰۶	۴′ ۳″	۰٫۲۸۴	۶′ ۳″	۰٫۳۴۴	۸′ ۳″	۰٫۳۹۵
۰ ۶	۰٫۰۹۷	۲ ۶	۰٫۲۱۸	۴ ۶	۰٫۲۹۲	۶ ۶	۰٫۳۵۱	۸ ۶	۰٫۴۰۱
۰ ۹	۰٫۱۱۹	۲ ۹	۰٫۲۲۸	۴ ۹	۰٫۳۰۰	۶ ۹	۰٫۳۵۸	۸ ۹	۰٫۴۰۷
۱ ۰	۰٫۱۳۸	۳ ۰	۰٫۲۳۸	۵ ۰	۰٫۳۰۸	۷ ۰	۰٫۳۶۴	۹ ۰	۰٫۴۱۳
۱ ۳	۰٫۱۵۴	۳ ۳	۰٫۲۴۸	۵ ۳	۰٫۳۱۵	۷ ۳	۰٫۳۷۱	۹ ۳	۰٫۴۱۹
۱ ۶	۰٫۱۶۹	۳ ۶	۰٫۲۵۷	۵ ۶	۰٫۳۲۳	۷ ۶	۰٫۳۷۷	۹ ۶	۰٫۴۲۴
۱ ۹	۰٫۱۸۲	۳ ۹	۰٫۲۶۷	۵ ۹	۰٫۳۳۰	۷ ۹	۰٫۳۸۳	۹ ۹	۰٫۴۳۰
۲ ۰	۰٫۱۹۵	۴ ۰	۰٫۲۷۵	۶ ۰	۰٫۳۳۷	۸ ۰	۰٫۳۸۹	۱۰ ۰	۰٫۴۳۵

جدول (۲) جو اُتار فی ۵۰۰۰ فٹ کے لئے ہے۔

اُتار فی ۵۰۰۰ فٹ	√ڈ	اُتار فی ۵۰۰۰ فٹ	√ڈ	اُتار فی ۵۰۰۰ فٹ	√ڈ	اُتار فی ۵۰۰۰ فٹ	√ڈ	اُتار فی ۵۰۰۰ فٹ	√ڈ
۰′ ۳″	۰٫۰۷۱	۲′ ۳″	۰٫۲۱۲	۴′ ۳″	۰٫۲۹۲	۶′ ۳″	۰٫۳۵۴	۸′ ۳″	۰٫۴۰۶
۰ ۶	۰٫۱۰۰	۲ ۶	۰٫۲۲۴	۴ ۶	۰٫۳۰۰	۶ ۶	۰٫۳۶۱	۸ ۶	۰٫۴۱۲
۰ ۹	۰٫۱۲۲	۲ ۹	۰٫۲۳۵	۴ ۹	۰٫۳۰۸	۶ ۹	۰٫۳۶۷	۸ ۹	۰٫۴۱۸
۱ ۰	۰٫۱۴۱	۳ ۰	۰٫۲۴۵	۵ ۰	۰٫۳۱۶	۷ ۰	۰٫۳۷۴	۹ ۰	۰٫۴۲۴
۱ ۳	۰٫۱۵۸	۳ ۳	۰٫۲۵۵	۵ ۳	۰٫۳۲۴	۷ ۳	۰٫۳۸۱	۹ ۳	۰٫۴۳۰
۱ ۶	۰٫۱۷۳	۳ ۶	۰٫۲۶۵	۵ ۶	۰٫۳۳۲	۷ ۶	۰٫۳۸۷	۹ ۶	۰٫۴۳۶
۱ ۹	۰٫۱۸۷	۳ ۹	۰٫۲۷۴	۵ ۹	۰٫۳۳۹	۷ ۹	۰٫۳۹۴	۹ ۹	۰٫۴۴۲
۲ ۰	۰٫۲۰۰	۴ ۰	۰٫۲۸۳	۶ ۰	۰٫۳۴۶	۸ ۰	۰٫۴۰۰	۱۰ ۰	۰٫۴۴۷

اشاریہ

ماقوائیات

پلیٹ (۱)
شکل ۱
شکل ۲
شکل ۳
شکل ۴
شکل ۵
شکل ۶
شکل ۷
شکل ۸

پلیٹ (۲)
شکل ۹
شکل ۱۰
شکل ۱۱
شکل ۱۲
شکل ۱۳
شکل ۱۴
شکل ۱۵
شکل ۱۶
شکل ۱۷
ق

پلیٹ (۳)
شکل ۱۸
شکل ۱۹
شکل ۲۰
شکل ۲۱
شکل ۲۲
شکل ۲۳
شکل ۲۴
شکل ۲۵
شکل ۲۶
شکل ۲۷
شکل ۲۸

پلیٹ (۴)
شکل ۲۹
شکل ۳۰
شکل ۳۱
شکل ۳۲ (ا)
شکل ۳۲ (ب)
شکل ۳۲ (ج)
شکل ۳۳
شکل ۳۴

پلیٹ (۵)
شکل ۳۵
شکل ۳۶
شکل ۳۷
شکل ۳۸
شکل ۳۹
شکل ۴۰ (ا)
شکل ۴۱
شکل ۴۰ (ب)

پلیٹ (٦)

شکل ۴۲

شکل ۴۳

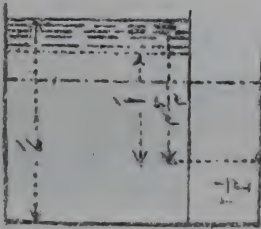
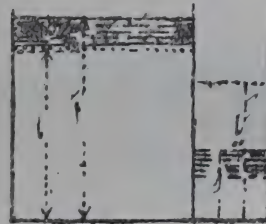
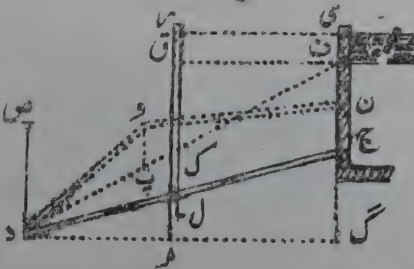
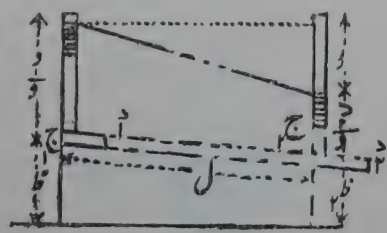
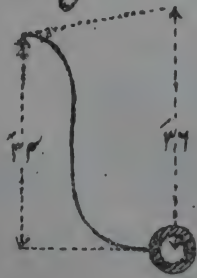
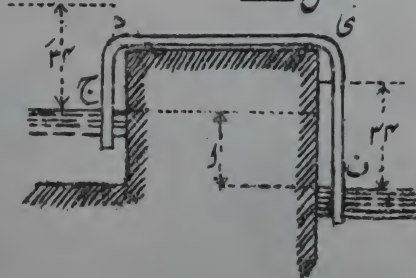
شکل ۴۴

شکل ۴۵

شکل ۴۶

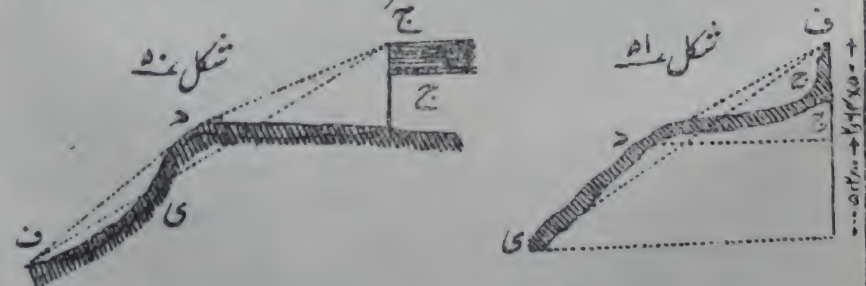
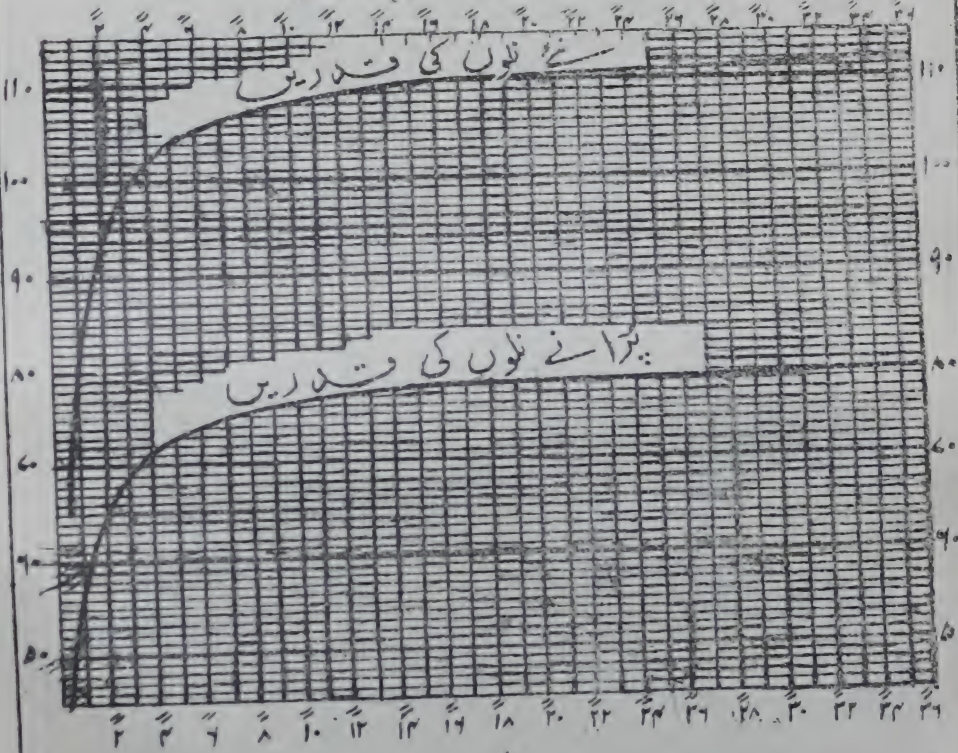
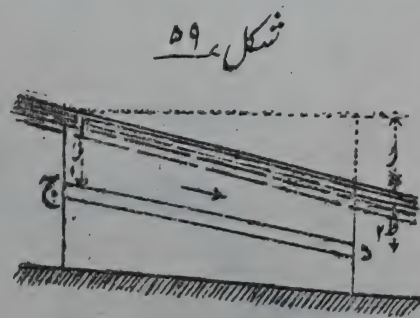
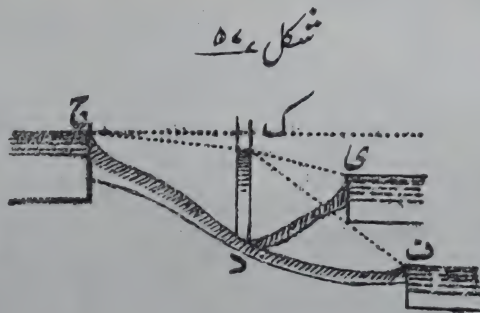
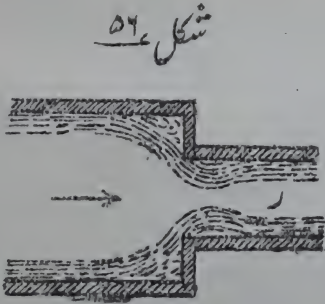
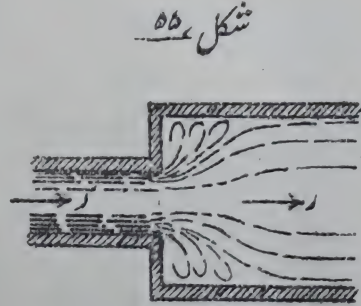
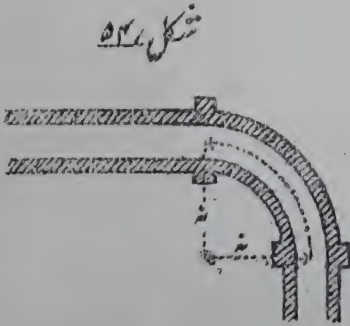
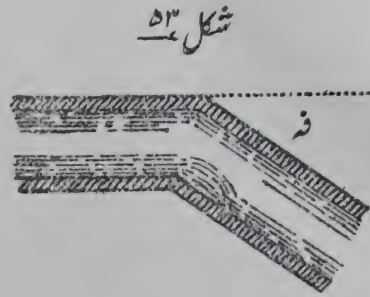
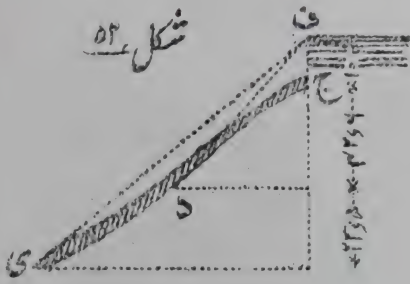
شکل ۴۷

شکل ۴۸

شکل ۴۹

پلیٹ (۷)
ڈراچی کا ضابطہ نلوں کے لیے
س کی ترسیمی تعبیر جملہ ر = س/۴ √ق × ڈ میں
دو منحنی خطوط کھینچے گئے ہیں، بالائی نئے آہنی نلوں کے لیے، اور زیرین اُن نلوں کے لیے جو کچھ عرصہ تک زیر استعمال رہے ہوں
اور جو کسی قدر زنگ آلود ہو گئے ہوں۔ س کی قیمتیں انتصاباً ناپی جاتی ہیں، اور نلوں کے قطر انچوں میں اُفقاً۔ ڈراچی کا ضابطہ یہ ہے
یہاں
ق نلی کا قطر فٹوں میں ہے،
عہ اور بہ وہ قدریں جو نلی کے کھردرے پن پر منحصر ہوتی ہیں
چکنے نل جو پٹواں یا ڈھلواں لوہے کے ہوں اُن کے لیے عہ = ۰۰۵، بہ = ۰۸۴
ایسے نلوں کے لیے جو خفیف سے زنگ آلود ہوں عہ = ۰۱۰، بہ = ۰۸۴
نئے نلوں کی قدریں
پرانے نلوں کی قدریں
شکل ۵۰
شکل ۵۱

پلیٹ (۸)
شکل ۵۳
شکل ۵۲
شکل ۵۴
شکل ۵۵
شکل ۵۶
شکل ۵۷
شکل ۵۸
شکل ۵۹

بہ	عہ	نالے کی جماعت
۰٫۱۰	۰٫۰۰۳۱۶	جماعت اول، بہت صاف
۰٫۲۳	۰٫۰۰۴۰۱	جماعت دوم، صاف
۰٫۸۲	۰٫۰۰۵۰۷	جماعت سوم، کھُردرے
۱٫۱۰	۰٫۰۰۵۹۲	جماعت چہارم، بہت کھُردرے

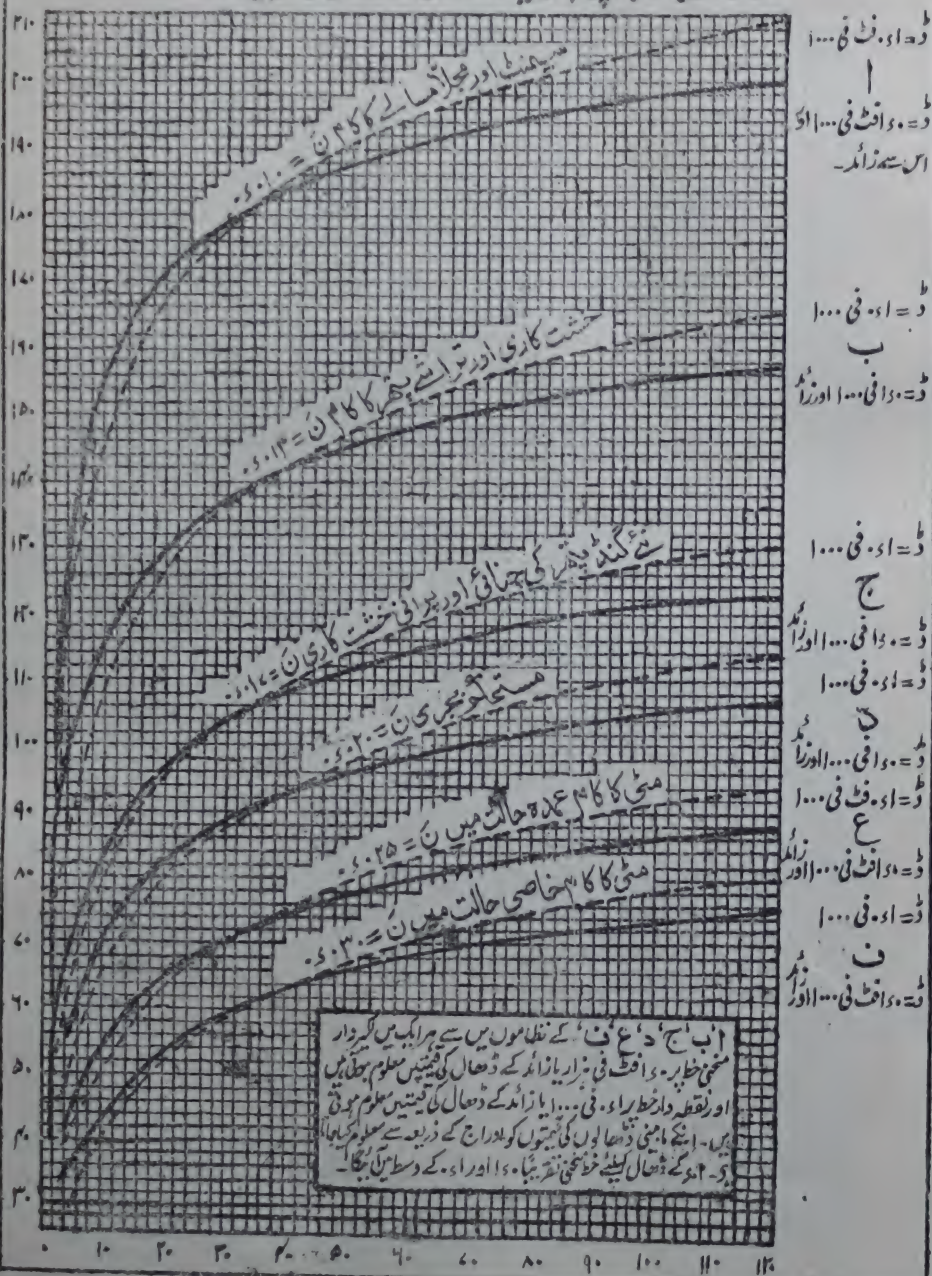
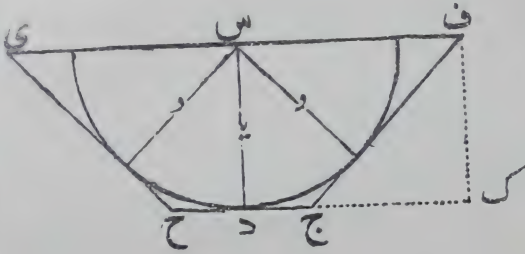
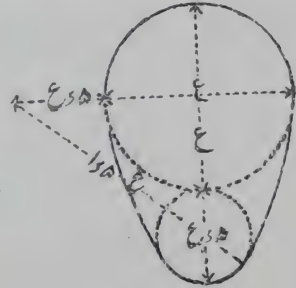
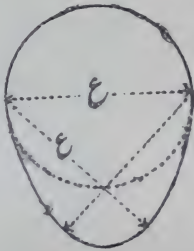
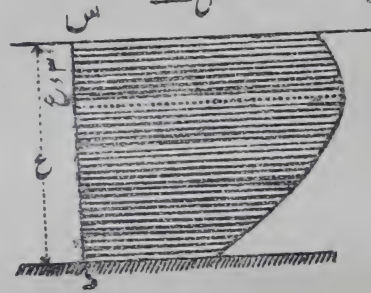
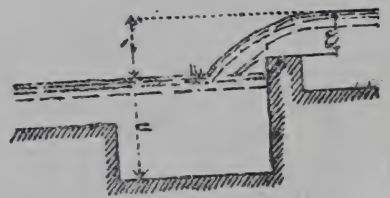
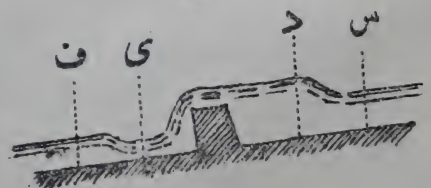
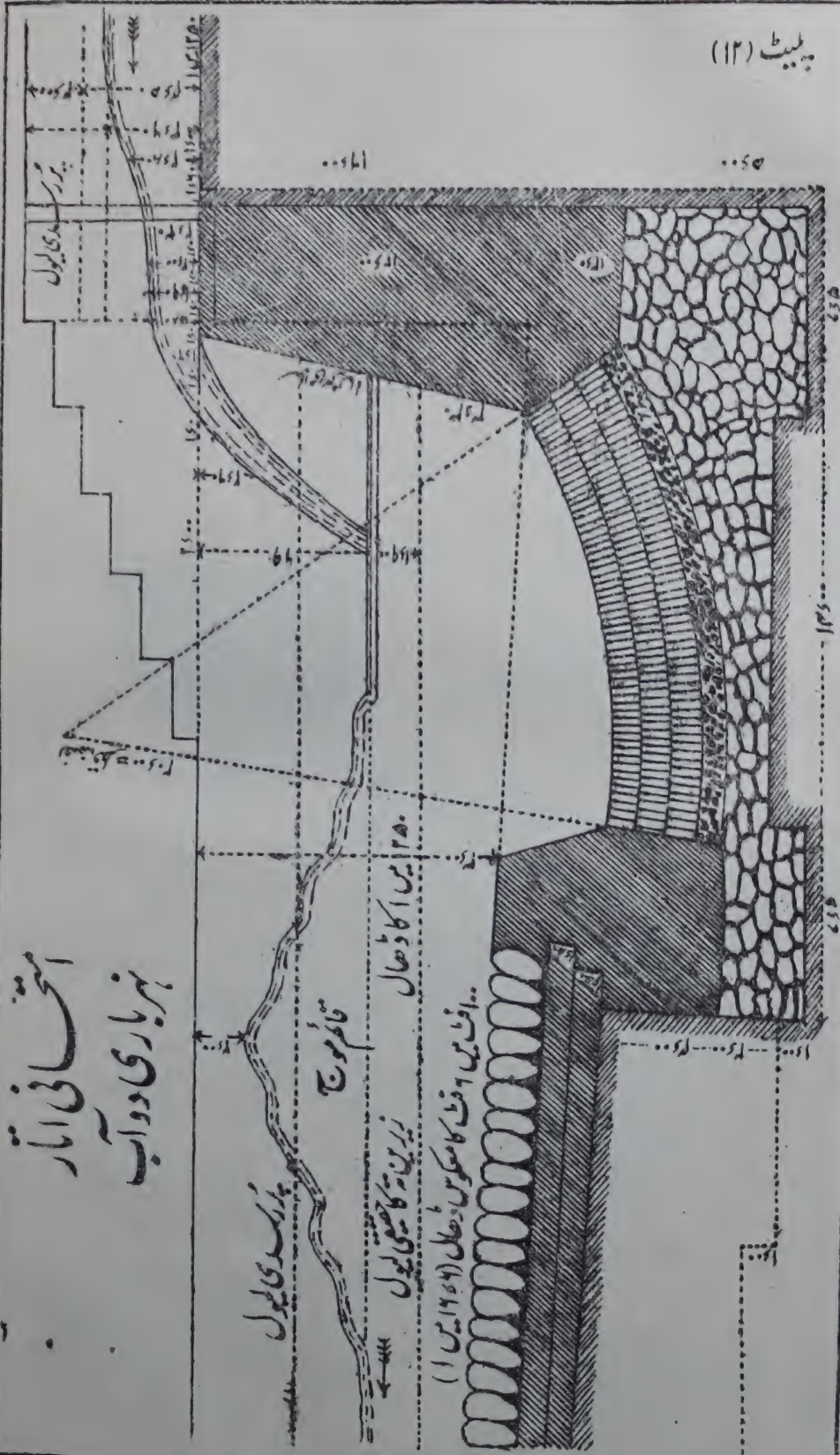
پلیٹ (۱۰)

کٹر کا ضابطہ دریاؤں اور نالوں کے لیے

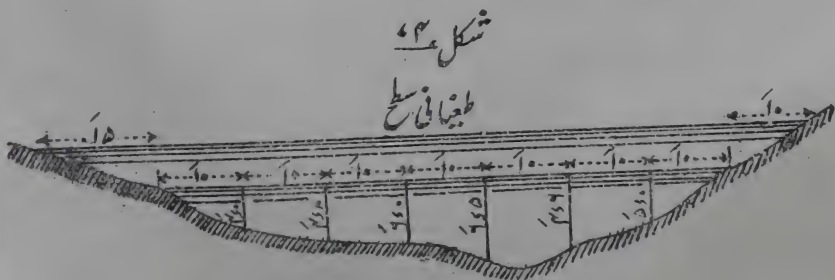
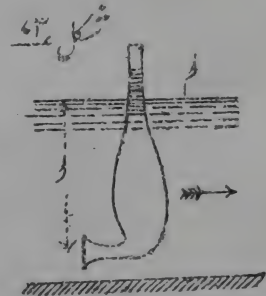
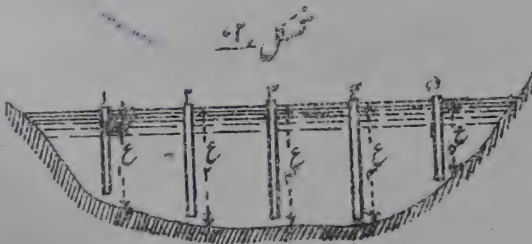
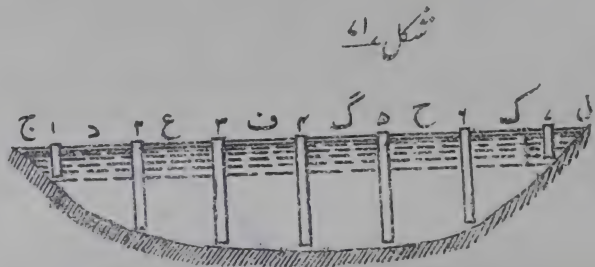
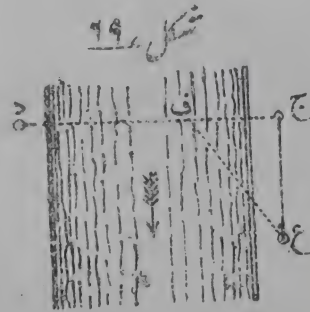
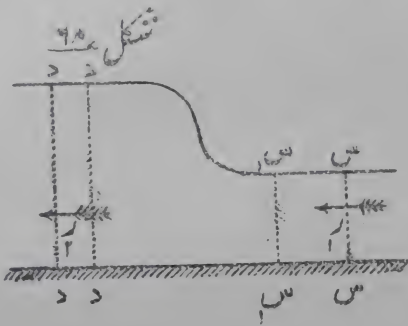
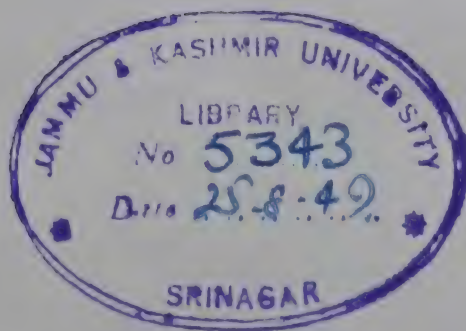
س کی ترسیمی تعبیر جبکہ ر = س √(ہ ڈ) ہے

کٹر کا ضابطہ یہ ہے

$$س = \frac{۴۱.۶۶ + \frac{۱.۸۱۱}{ن} + \frac{۰.۰۰۲۸۱}{ڈ}}{۱ + \left(۴۱.۶۶ + \frac{۰.۰۰۲۸۱}{ڈ}\right)\frac{ن}{\sqrt{ہ}}}$$

یہاں ن ایک ایسی قدر ہے جو ۰.۰۱ سے ۰.۰۴ تک متغیر ہوتی ہے اور نالے کے کھردرے پن پر منحصر ہوتی ہے۔ ہ ماقوائی اوسط عمق ہے اور ڈ طولی ڈھال کی جیب ہے۔

چھ خطوط منحنی کھینچے گئے ہیں (ا، ب، ج، د، ع، ف) ہر ایک ان مختلف سامان تعمیر کے مطابق ہے جن سے نالے، پلیاں وغیرہ عموماً تعمیر ہوتی ہیں۔ س کی قیمتیں انتصاباً ناپی جاتی ہیں اور ماقوائی اوسط عمق کی قیمتیں افقاً۔

پلیٹ (۱۱)
شکل ۶۰
شکل ۶۱
شکل ۶۲
شکل ۶۳
شکل ۶۴
شکل ۶۵
شکل ۶۶
شکل ۶۷

پلیٹ (۱۲)
امتحانی آثار
نہر باری دوآب
پُر رسدی لیول
قائم موج
زیریں تہ کا حقیقی لیول
۲۵۰ میں ا کا ڈھال
۱۰۰ فٹ میں ۶ فٹ کا معکوس ڈھال (۱۶٫۶ میں ۱)

پلیٹ (۱۳)
شکل ۶۸
شکل ۶۹
شکل ۷۰
شکل ۷۱
شکل ۷۲
شکل ۷۳
شکل ۷۴
طبعی آبی سطح

فہرست اصطلاحات

ماقوائیات

انگریزی	اُردو
A	
Actual head	حقیقی ارتفاع
Adjutage	مہنال
Afflux	ابھار
Alluvial soil	دریابرآرزمین
Anicut	کنتوا
Approximation	تقرب
Aqueduct	آب گزر
B	
Back water	پس آب۔ رُکا پانی
Barometer	بارپیما
Basin	مجرے
Bell mouth	زنگولی مہنال
Bends (in pipes)	(نلوں کے) خم
Broad rested weir	چوڑی چوٹی کی چادریں

انگریزی	اُردو
Buoyancy	اُچھال
C	
Canal lock	نہری بن نالا۔ نہر نالا
Catchment area	بن بہاؤ رقبہ
Catchment basin	فراہمی مجرے
Centrifugal force	مرکزگریز قوت
Channel	نالا۔ نالی
Circular orifice	مستدیر منفذ
Clear overfall	نمایاں گراؤ
Co-efficient of contraction	سکڑاؤ کی شرح یا قدر
Co-efficient of discharge	اخراج کی قدر
Conical divergent	مخروطی منسبع
Contracted vein	ورید منقبض
Contraction	سمٹاؤ

انگریزی	اُردو
Convergence	استدقاق
Course	مارگ
Culvert	پُلیا
Cut water	پن کٹ
D	
Data	معطیات
Datum line	بنیادی خط
Delta	ڈُلٹا
Denominator	نسب نما
Discharge	اخراج۔ نکاس
Distributing channel	مُقَسِّم نہر
Dock	گودی
Down stream	بہاؤ سمت / زیرین سمت دریا
Drainage area	پن بہاؤ رقبہ
E	
Eddy motion	گردابی حرکت
Effective head	موثر ارتفاع
Efflux (of water)	(پانی کا) بہاؤ
Elbow (in pipes)	کہنی
Empirical lormula	امتحانی ضابطہ
Equilibrium valve	توازن کواڑی
Erosion	کٹاؤ

انگریزی	اُردو
Escape sluice	نکاس توم یا آبگیرہ
Estimated head	تخمینی ارتفاع
Experimental fall	تجربی یا امتحانی اُتار
F	
Fall	آبشار
Flotation	تیراؤ
Float	ترنڈا
Fluid filaments	سیالی ریشے
Full supply level	پُر رسدی لیول
G	
Gauge	پنسال
Guide	قائد
H	
Head	ارتفاع
Head (hydraulic)	ارتفاع (ماقوائی)
Hook gauge	ہُک پنسال
Horizon ordinate	اُفقی معین
Horizontal momentum	اُفقی معیارِ اثر
Hydraulic gradient	ماقوائی ڈھال
Hydraulics	ماقوائیات
Hydrodynamic laws	ماحرکیاتی کلیے

انگریزی	اُردو
Hydro-dynamometer	مائی قوت پیما
Hydrostatic laws	ماسکونی کلیے
Hydrostatics	ماسکونیات علم سکون سیالات
I	
Integral calculus	تکملی احصا
Inundation	طغیانی سیلاب
I	
Jet	دھار
K	
Kinetic energy	توانائی بالفعل
L	
Layer	طبق ۔ پرت
Lift	اُٹھان ۔ اُٹھاؤ
Lock	پن نالا
Lock sluice	پن نالا نوم
Lock wall	پن نالا دیوار
M	
Mains	صدر نل
Maximum supply	اعظم رسد
Metropolitan ovoid culverts	بلدی بیضوی پُلیاں
Module	مقیاسہ
Mouth pieces	مہنالیں
N	
Non-prismatic vessels	غیر منشوری ظروف
Normal resistance	طبعی مزاحمت
Notation	ترقیم
Notch	کٹخنہ
O	
Offtake	مخرج
Ogee fall	لہریا آبشار
Ordinate	معین
Orifice	منفذ
Outfall channel	دہانہ نالا
Outlet	برآمد
Ovoidal sections	بیضوی یا بیضی تراشیں
P	
Parabolic formula	مکافی ضابطہ
Paraboloid	مکافی نما
Pendant	آدیزہ ۔ لٹکن
Perimeter	گھیر
Pier	پایہ
Plug	ڈاٹ
Pocket sextant	جیبی سُدس

انگریزی	اردو
Principle of continuity	اصولِ تسلسل
Prismatic vessels	منشوری ظروف
Propeller	داسر
R	
Rain gauge	باراں پیما
Rapids	سیل خیز
Reach	گذر
Reading	مقروءہ
Rectangular notch	مستطیلی کٹنہ
Regime	نظم
Regime of rivers	دریاؤں کا نظم
Resultant pressure	حاصل دباؤ
Retrogression of levels	سطحوں کی پس روی
S	
Screw-current meter	پیچ رَو پیما
Service reservoir	آب انبارہ
Shoot	آب انداز
Sill	سِل
Sine	جیب
Siphon	سیفن۔ خمدار نلی
Siphon surplus weir	سیفنی نکاس چادر

انگریزی	اردو
Sliding shutter	پھسلواں پھاٹک یا تختے
Sluice	توم۔ آبگیرہ
Specific gravity	کثافتِ اضافی
Springing line	خطِ جست
Stability	قیام پذیری
Standing waves	کھڑی موجیں
Steady motion	برقرار حرکت
Stream	دھار۔ رَو۔ نالا۔ دریا
Stream line motion	بہاؤ کی سیدھی حرکت
Submerged orifice	غرقاب منفذ
Supply channel	رسدی نالے
Supply cistern	رسدی حوض
Suppressed contraction	دبا سمٹاؤ
T	
Theodolite	زاویہ گیر
Torsion	مڑوڑ
Total head	کل ارتفاع مجموعی ارتفاع
Transmission of fluid pressure	سیالی دباؤ کا انتقال
Trapezoid	منحرف نما
Triangular lamina	مثلثی پرت

اُردو	انگریزی
	U
زیریں آبگیرہ یا پھاٹک	Under sluice
چڑھاؤ سمت / بالائی سمت دریا	Upstream
	V
پرّہ	Vane
رفتارِ تقارب۔ رفتارِ آمد	Velocity of approach
دھار کی رفتار	Velocity of jet
موکھے	Vents
توام موکھے	Vents sluices
مجازی ڈھال	Virtual slope
	W
نکاس تختہ	Waste board
نکاس چادر	Waste weir
بن گدی	Water cushion
آب راہ	Waterway
سوار	Weed (in water)
چادر	Weir
پہلو دیوار	Wing wall
پٹواں لوہا	Wrought iron

اغلاط نامہ

ماقوائیات

طبع ثانی

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۹	۲۵	بلبی	لمبی	۵۲	۱۳	آماوانہ	آزادانہ
۲۰	۲	اسی	ایسی	۶۱	۱۱	۶۰۰ = ۶۸ × ۲۴ −	۶۰۰ = ۶۳ × ۲۲ =
۲۵	۱۱	ججِ = سہ۱و	جج۱ = رو۱	۶۷	۲۰	ج د۲ / ۲	ج د۲ / ۲
۲۶	۳	(د − و۱) / و	(و − د۱) / و	″	″	ا = ۷/۱۶	ا = ۹/۱۶
۳۲	۹	دقیقہ	منٹ	۶۸	۲۳	Janaica	Jamaica
۳۳	۱۴	۲۲/۷ ق۲	۲۲/۷ ۲ ق	۷۷	۴	Calenlus	Calculus
۳۴	حاشیہ	Filaments		۷۹	۷	Lift	
۳۶	۴	Ryues	Ryves	۸۰	فٹ نوٹ	D'Aubui-esson	D'Aubui-sson
۴۷	۱	Lowall	Lowell	۸۳	۱۰	سہ۲	سہ۱
۳۷	حاشیہ	Kalingula		۸۹	۱۰	= و(ا − ک)^(−۱/۲)	= د(ا − ک)^(−۱/۲)
۴۸	۴	خ = ل۲لا	خ = ل لا۱	۹۰	۲۴	ـ فٹ	۷ فٹ
۵۰	۱۴	بیمانہ	پیمانہ	۹۴	۸	سکراؤ	سکڑاؤ

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۹۵	۱۹	متعبّر	متغیّر
۱۰۳	۳	ہوگ۔	ہوگا۔
"	۱۸	[illegible]	[illegible]
۱۱۳	۱۵	آبپارہ	آب آنبارہ
۱۱۶	۹	۵۰	۵۰
۱۱۷	۵	صدرلہ	صدرنل
۱۱۸	۱۸	[illegible]	[illegible]
۱۲۲	۶		Bazin
"	۷		Kutter
۱۲۶	۱۸	ہتا	رہتا
۱۲۹	۲۱	محوزہ	مجوزہ
۱۳۰	۱	Highm	Higham
۱۳۵	۱۸	تاوقتکہ	تاوقتیکہ
۱۳۵	۲۰	لتے	لیتے
۱۴۶	۷	ہند	بند
"	۱۱	قوم	توم
۱۴۷	۱۸	سیڑھساں نالے	سیڑھیاں جونالے
۱۶۳	۱	صعف	ضعف
۱۶۶	۲	Dicknis	Dickins
۱۶۷	۱۲	Dicknis	Dickins
۱۶۸	۱۹	پانی کی اندرونی	پانی اندرونی
۱۷۳	۱۹	ہنر کی	نہر کو
"	۲۵	ی ثانیہ	فی ثانیہ
"	۲۵	جوٹی	چوٹی
۱۷۷	۱۰	ارتفاء	ارتفاع
۱۸۲	آٹھواں کالم ۱۷	۲۳	۳۳
"	ساتواں کالم ۶	۳۳	۲۳
۱۸۹	چوتھا کالم ۸	۱۷	۱۱۷